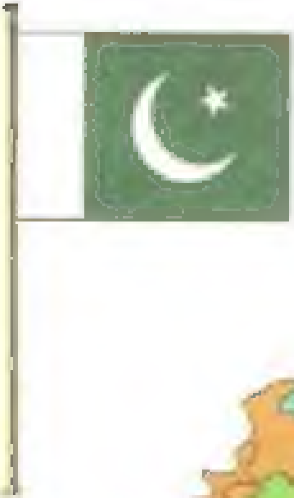
# فزکس 9

یہ کتاب حکومت پنجاب کی طرف سے تعلیمی سال 2018-19 کیلئے
پنجاب کے سرکاری سکولوں میں تقسیم کی گئی پیکٹ میں شامل ہے

ناشر: کاروان بک ہاؤس، لاہور

"تعلیم پاکستان کے لیے زندگی اور موت کا مسئلہ ہے۔ دنیا اتنی تیزی سے ترقی کر رہی ہے کہ تعلیمی میدان میں مطلوبہ پیش رفت کے بغیر ہم نہ صرف اقوامِ عالم سے پیچھے رہ جائیں گے بلکہ ہو سکتا ہے کہ ہمارا نام و نشان ہی صفحۂ ہستی سے مٹ جائے۔"

قائداعظم محمد علی جناح، بانیٔ پاکستان
(26 ستمبر 1947ء۔ کراچی)



## قومی ترانہ

پاک سر زمین شاد باد     کشورِ حسین شاد باد
تُو نشانِ عزمِ عالی شان     ارضِ پاکستان
مرکزِ یقین شاد باد

پاک سر زمین کا نظام     قوّتِ اُخوّتِ عوام
قوم، ملک، سلطنت     پائندہ تابندہ باد
شاد باد منزلِ مراد

پرچمِ ستارہ و ہلال     رہبرِ ترقّی و کمال
ترجمانِ ماضی، شانِ حال     جانِ استقبال
سایۂ خدائے ذوالجلال

## عرضِ ناشر

یہ کتاب قومی نصاب ۲۰۰۶ء اور نیشنل ٹیکسٹ بک اینڈ لرننگ میٹیریلز پالیسی ۲۰۰۷ء کے تحت بین الاقوامی معیار پر تیار کی گئی ہے۔ یہ کتاب حکومتِ پنجاب کی طرف سے تمام سرکاری سکولوں میں بطورِ واحد ٹیکسٹ بک مہیا کی گئی ہے۔ اگر اس کتاب میں کوئی تصور وضاحت طلب ہو یا متن اور املا وغیرہ میں کوئی غلطی ہو تو اس بارے ادارے کو آگاہ کریں۔ ادارہ آپ کا شکر گزار ہوگا۔

بِسْمِ اللّٰہِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ ○

ترجمہ: "شروع اللہ کے نام سے جو بڑا مہربان نہایت رحم والا ہے۔"

# فزکس 9

کاروان بک ہاؤس

جملہ حقوق (کاپی رائٹ) بحق ناشر محفوظ ہیں۔

منظور کردہ وفاقی وزارت تعلیم (شعبہ نصاب سازی) اسلام آباد پاکستان۔ مطابق قومی نصاب 2006 اور پنجاب ٹیکسٹ بک اینڈ لرننگ میٹریلز پالیسی 2007 مراسلہ نمبر F.2-8/1010-Physics مورخہ 2-12-2010 ۔ اس کتاب کو پنجاب کریکولم اینڈ ٹیکسٹ بک بورڈ نے ناشر سے پرنٹ لائسنس حاصل کر کے سرکاری سکولوں میں مفت تقسیم کے لیے بھی شائع کیا ہے۔ ناشر کی تحریری اجازت کے بغیر اس کتاب کا کوئی حصہ کسی امدادی کتاب، خلاصہ، ماڈل پیپرز، گائیڈ بک وغیرہ میں شامل نہیں کیا جا سکتا۔

# فہرست


| | | |
|---|---|---|
| باب1 | طبیعی مقداریں اور پیمائش | 1 |
| باب2 | کائنیمیٹکس | 26 |
| باب3 | ڈائنامکس | 54 |
| باب4 | فورسز کا گھمانے کا اثر | 84 |
| باب5 | گریویٹیشن | 109 |
| باب6 | ورک اور انرجی | 120 |
| باب7 | مادہ کی خصوصیات | 149 |
| باب8 | مادہ کی حرارتی خصوصیات | 175 |
| باب9 | انتقالِ حرارت | 204 |


مصنفین • پروفیسر طاہر حسن • پروفیسر محمد نعیم انور

ناشر: کاروان بک ہاؤس، کچہری روڈ، لاہور

| تاریخ اشاعت | تعداد | قیمت |
|---|---|---|
| ستمبر 2018ء | 20,000 | 103.00 |

# یونٹ 1

# طبیعی مقداریں اور پیمائش

## (Physical Quantities and Measurement)

### طلبہ کے علمی ماحصل / نتائج

اس یونٹ کی تکمیل کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ:

- سائنس، ٹیکنالوجی اور سوسائٹی میں فزکس کا اہم کردار بیان کر سکیں۔
- مثالوں سے واضح کر سکیں کہ سائنس کی بنیاد عددی مقداروں اور یونٹس پر مشتمل طبیعی مقداروں پر ہے۔
- بنیادی مقداروں اور ماخوذ مقداروں کے مابین فرق کر سکیں۔
- سسٹم انٹرنیشنل کے بنیادی یونٹس، ان کی علامات اور طبیعی مقداروں کی فہرست بنا سکیں۔
- بنیادی اور ماخوذ یونٹس کے پری فکسز کی علامات اور ان سے متعلق ملٹی پلز اور سب ملٹی پلز کو ایک دوسرے سے بدل سکیں۔
- پیمائش اور حسابی عمل کے جوابات سائنٹیفک نوٹیشن میں لکھ سکیں۔
- لمبائی کی پیمائش سے متعلق ورنیئر کیلیپرز اور سکریو گیج کے استعمال کا طریقہ کار بیان کر سکیں۔
- پیمائشی اوزار مثلاً میٹر راڈ، ورنیئر کیلیپرز اور سکریو گیج کی خامیوں کی نشاندہی اور وضاحت کر سکیں۔
- لیبارٹری میں نتائج بتانے اور ریکارڈ کرنے کے لیے اعداد کے اہم ہندسوں کی ضرورت بیان کر سکیں۔

**تصوراتی تعلق**

اس یونٹ کی بنیاد ہے:

پیمائش سائنس - VIII

سائنٹیفک نوٹیشن میتھ - IX

یہ یونٹ رہنمائی کرتا ہے:

پیمائش فزکس - XI

### عملی تحقیقی مہارت

- مندرجہ ذیل پیمائشی آلات کے لیسٹ کاؤنٹ / درستی کا موازنہ کر سکیں اور ان کی پیمائش کا دائرہ کار بیان کر سکیں۔

(i) پیمائشی فیتہ

(ii) میٹر راڈ

(iii) ورنیئر کیلیپرز
(iv) مائیکرو میٹر سکریو گیج

- کاغذ کی سکیل بنائیں جس کا بیسٹ کاؤنٹ 0.2 سینٹی میٹر اور 0.5 سینٹی میٹر ہو۔
- دیے گئے ٹھوس سلنڈر کا ورنیئر کیلیپرز اور سکریو گیج کی مدد سے کراس سیکشنل ایریا معلوم کر سکیں۔ نیز یہ جان سکیں کہ کون سی پیمائش زیادہ درست ہے۔
- سٹاپ واچ کے استعمال سے وقت کا وقفہ معلوم کر سکیں۔
- مختلف بیلنسز سے کسی شے کا ماس لیبارٹری میں معلوم کر سکیں اور ان میں سے سب سے زیادہ درست ماس کی نشاندہی کر سکیں۔
- پیمائشی سلنڈر استعمال کرتے ہوئے کسی شے کا والیوم معلوم کر سکیں۔
- حفاظتی آلات اور قوانین کی لسٹ تیار کر سکیں۔
- لیبارٹری میں مناسب حفاظتی آلات استعمال کر سکیں۔

## سائنس، ٹیکنالوجی اور سوسائٹی سے تعلق

- روزمرہ زندگی کی سرگرمیوں میں مختلف پیمائشی آلات کی مدد سے لمبائی، ماس، وقت اور والیوم معلوم کر سکیں۔
- فزکس کی مختلف شاخوں کی لسٹ مع مختصر تعارف بنا سکیں۔

انسان ہمیشہ قدرت کے کمالات سے تحریک حاصل کرتا رہا ہے۔ وہ ہمیشہ قدرت کے راز جاننے، سچ اور حقیقت کی تلاش میں لگا رہا ہے۔ وہ مختلف مظاہر کے مشاہدات کرتا ہے اور دلائل کی بنیاد پر ان کے جوابات معلوم کرنے کی کوشش کرتا ہے۔ وہ علم جو مشاہدات اور تجربات کی بنا پر حاصل ہوتا ہے، سائنس کہلاتا ہے۔

سائنس کا لفظ لاطینی زبان کے لفظ scientia سے ماخوذ ہے۔ جس کا مطلب ہے علم۔ اٹھارویں صدی سے پہلے مادی اجسام کے مختلف پہلوؤں کے مطالعہ کا علم نیچرل فلاسفی (Natural Philosophy) کہلاتا تھا۔ لیکن جوں جوں علم میں وسعت آتی گئی، نیچرل فلاسفی دو بڑی شاخوں میں بٹ گئی۔ فزیکل سائنسز، جو بے جان اشیا کے مطالعہ سے متعلق تھی اور بائیولوجیکل سائنسز، جو جاندار اشیا کے مطالعہ

### اہم تصورات

1.1 فزکس کا تعارف
1.2 طبیعی مقداریں
1.3 انٹرنیشنل سسٹم آف یونٹس
1.4 پریفکسز (ملٹی پلز اور سب ملٹی پلز)
1.5 سائنٹیفک نوٹیشن/ اسٹینڈرڈ فارم
1.6 پیمائشی آلات
- میٹر راڈ Metre Rod
- ورنیئر کیلیپرز Vernier Callipers
- سکریو گیج Screw Gauge
- فزیکل بیلنس Physical Balance
- سٹاپ واچ Stopwatch
- پیمائشی سلنڈر Measuring Cylinder

1.7 اہم ہندسے Significant figures

[illegible]

استاد

### آپ کی معلومات کے لیے

اینڈرومیڈا کائنات میں موجود اربوں گلیکسیز میں سے ایک گلیکسی ہے۔

سے متعلق تھی۔

پیمائش سائنس تک ہی محدود نہیں ہے۔ یہ ہماری زندگی کا حصہ ہے۔ یہ طبیعی دنیا کو بیان کرنے اور سمجھنے میں اہم کردار ادا کرتی ہے۔ وقت گزرنے کے ساتھ انسان نے پیمائش کے طریقوں میں نمایاں ترقی کی ہے۔ اس باب میں ہم چند طبیعی مقداروں اور چند مفید پیمائشی آلات کا مطالعہ کریں گے۔ ہم ناپ تول کے ایسے طریقے کار بھی جان پائیں گے جن سے ہم مختلف مقداروں کی درست پیمائش کے قابل ہو سکیں۔

## فزکس کی شاخیں

**میکانکس** اس میں اجسام کی حرکت کے اثرات اور وجوہات کا مطالعہ کیا جاتا ہے۔

**حرارت** یہ حرارت کی ماہیت، اس کے اخراج اور انتقال حرارت پر بحث کرتی ہے۔

**آواز** اس میں آواز کی فزکس کے طبیعی پہلوؤں، اس کی پیدائش، اخراج اور اطلاق کا مطالعہ کیا جاتا ہے۔

**لائٹ (بصریات)** یہ روشنی کے طبیعی پہلوؤں اور اس کے خواص کے مطالعے سے متعلق ہے۔ اس میں بصری آلات کے طریقۂ استعمال کا جائزہ بھی لیا جاتا ہے۔

**الیکٹرو میگنیٹزم** اس میں ساکن اور متحرک چارجز، ان کے اثرات اور ان کے میگنیٹزم کے ساتھ تعلقات کا مطالعہ کیا جاتا ہے۔

**اٹامک فزکس** اس میں ایٹم کی ساخت اور اس کے خواص کا مطالعہ کیا جاتا ہے۔

**نیوکلیئر فزکس** یہ ایٹم کے نیوکلیئس اور اس میں موجود پارٹیکلز کے خواص اور عمل سے متعلق ہے۔

**پلازما فزکس** اس میں مادے کی آئیونک حالت کی پیدائش اور خواص پر بحث کی جاتی ہے۔

**جیو فزکس** یہ زمین کی اندرونی ساخت کے مطالعہ سے متعلق ہے۔

## 1.1 فزکس کا تعارف (Introduction To Physics)

انیسویں صدی میں فزیکل سائنسز کو فزکس، کیمسٹری، علم فلکیات، علم طبقات الارض اور موسمیات پانچ واضح شعبوں میں تقسیم کر دیا گیا۔ ان میں سے سب سے بنیادی شعبہ فزکس کا ہے۔ فزکس میں ہم مادہ، انرجی اور ان کے مابین باہمی عمل کا مطالعہ کرتے ہیں۔ فزکس کے اصول اور قوانین فطرت کو سمجھنے میں ہماری مدد کرتے ہیں۔

پچھلے چند سالوں کے دوران سائنس میں برق رفتار ترقی فزکس کے میدان میں نئی دریافتوں اور ایجادات کے باعث ہی ممکن ہو سکی ہے۔ ٹیکنالوجی سائنسی اصولوں کے اطلاق کی حامل ہوتی ہے۔ موجودہ دور میں زیادہ تر ٹیکنالوجی فزکس سے متعلق ہے۔ مثال کے طور پر کار میکینکس کے اصولوں پر بنائی جاتی ہے۔ اور ریفریجریٹر کی بنیاد تھرموڈائنامکس کے اصولوں پر ہے۔

ہماری روزمرہ زندگی میں استعمال ہونے والا شاید ہی کوئی ایسا آلہ ہوگا جس میں فزکس کا عمل دخل نہ ہو۔ بیلچ کو ذہن میں لائیے جو وزنی اشیا اٹھانے کے لیے استعمال کی جاتی ہیں۔ بجلی نہ صرف روشنی اور حرارت حاصل کرنے کے لیے استعمال ہوتی ہے بلکہ مکینیکل انرجی حاصل کرنے کا ذریعہ بھی ہے جس سے الیکٹرک فین اور موٹریں وغیرہ چلتی ہیں۔ ذرائع آمد و رفت مثلاً کار، ہوائی جہاز، گھریلو آلات مثلاً ریفریجریٹر، ائرکنڈیشنر، ویکیوم کلینر، واشنگ مشین اور مائیکروویو اوون وغیرہ تمام فزکس کے اصولوں پر کام کرتے ہیں۔ اسی طرح مواصلات کے ذرائع مثلاً ریڈیو، ٹی وی،

ٹیلی فون اور کمپیوٹر وغیرہ بھی فزکس کے اطلاق کے نتیجے میں وجود میں آئے ہیں۔ ان آلات نے ماضی کی بہ نسبت ہماری زندگی زیادہ آسان، تیز اور آرام دہ بنادی ہے۔ مثال کے طور پر ہماری ہتھیلی سے بھی چھوٹے موبائل فون کو ہی لیجیے، اس سے ہم دنیا کے کسی بھی مقام پر لوگوں سے رابطہ قائم کر سکتے ہیں۔ تازہ ترین معلومات حاصل کر سکتے ہیں۔ اس سے تصاویر کھینچی جا سکتی ہیں، انھیں محفوظ کیا جا سکتا ہے۔ اپنے دوستوں کو پیغام بھیج سکتے ہیں۔ ان کے پیغامات وصول کر سکتے ہیں۔ ریڈیو کی نشریات سن سکتے ہیں۔ نیز اسے بطور کیلکولیٹر بھی استعمال کیا جا سکتا ہے۔

تاہم سائنسی ایجادات خطرناک قسم کے نقصانات اور تباہی کا باعث بھی بنی ہیں۔ ان میں سے ایک ماحولیاتی آلودگی ہے اور دوسرا تباہ کن ہتھیار ہیں۔

شکل 1.1: موبائل فون، ویکیوم کلینر

**کیا آپ جانتے ہیں؟**

ہوا سے چلنے والی یہ چکیاں آلودگی سے پاک بجلی پیدا کرنے کا ذریعہ ہیں۔

**کوئیک کوئز (Quick Quiz)**

1. ہم فزکس کا مطالعہ کیوں کرتے ہیں؟
2. فزکس کی پانچ شاخوں کے نام بتائیے۔

## 1.2 طبیعی مقداریں (Physical Quantities)

تمام قابلِ پیمائش مقداروں کو طبیعی مقداریں کہتے ہیں۔ مثلاً لمبائی، ماس، وقت اور ٹمپریچر۔ کسی بھی طبیعی مقدار میں دو خصوصیات مشترک ہوتی ہیں۔ پہلی خاصیت اس کی عددی قیمت اور دوسری وہ یونٹ جس میں اس کو ماپا گیا ہے۔ مثال کے طور پر اگر کسی طالب علم کی لمبائی 104 سینٹی میٹر ہے تو 104 اس کی عددی قیمت ہے جبکہ سینٹی میٹر لمبائی کا یونٹ ہے۔ اسی طرح جب ایک دکاندار یہ کہتا ہے کہ ہر بیگ میں 5 کلوگرام چینی ہے تو وہ بیگ میں موجود چینی کی عددی قیمت اور اس کا یونٹ بتا رہا ہوتا ہے۔ صرف 5 یا صرف کلوگرام کہنا بے معنی ہوگا۔ طبیعی مقداروں کو بنیادی اور ماخوذ مقداروں میں تقسیم کیا جاتا ہے۔

شکل 1.2: قد کی پیمائش

### بنیادی مقداریں (Base Quantities)

سات طبیعی مقداریں ایسی ہیں جو باقی تمام طبیعی مقداروں کے لیے بنیاد فراہم کرتی ہیں۔ لمبائی، ماس، وقت، الیکٹرک کرنٹ، ٹمپریچر، روشنی کی شدت اور مادے کی مقدار (تعداد کے حوالے سے) بنیادی مقداریں کہلاتی ہیں۔

> وہ مقداریں جن کی بنیاد پر دوسری مقداریں اخذ کی جائیں، بنیادی مقداریں کہلاتی ہیں۔

### ماخوذ مقداریں (Derived Quantities)

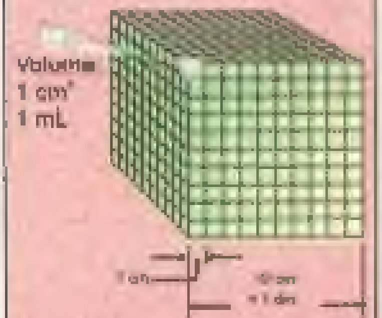
وہ طبیعی مقداریں جو بنیادی مقداروں سے اخذ کی جاتی ہیں ماخوذ مقداریں کہلاتی ہیں۔ ان میں ایریا، والیوم، سپیڈ، فورس، ورک، انرجی، پاور، الیکٹرک چارج، الیکٹرک پوٹینشل، وغیرہ شامل ہیں۔

> وہ مقداریں جو بنیادی مقداروں سے اخذ کی جاتی ہوں، ماخوذ مقداریں کہلاتی ہیں۔

## 1.3 یونٹس کا انٹرنیشنل سسٹم (International System of Units)

ماپنا صرف گننا نہیں ہوتا۔ مثال کے طور پر جب ہمیں دودھ یا چینی کی ضرورت ہوتی ہے تو ہمارے لیے یہ جاننا بھی ضروری ہے کہ ہم دودھ یا چینی کی کتنی مقدار کی بات کر رہے ہیں۔ کسی بھی نامعلوم مقدار کی پیمائش یا موازنہ کرنے کے لیے ہمیں معیاری مقداروں کی ضرورت ہوتی ہے۔ ایک بار معیار مقرر کر لیے جائیں تو یہ مقداریں ان معیاروں کے حوالے سے بیان کی جا سکتی ہیں۔ ان معیاری مقداروں کو یونٹ کہتے ہیں۔ سائنس اور ٹیکنالوجی میں ترقی کے ساتھ ساتھ پوری دنیا میں ایک مشترکہ قابل قبول یونٹس کے نظام کی بے انتہا ضرورت محسوس کی گئی۔ خاص طور پر سائنسی اور فنی معلومات کے تبادلے کے لیے اوزان اور پیمائشوں پر پیرس میں منعقدہ گیارہویں جنرل کانفرنس میں پیمائش کا ایک ہمہ گیر نظام اپنایا گیا جسے یونٹس کا انٹرنیشنل سسٹم کہتے ہیں۔

**مختصر مشق**




والیوم ایک ماخوذ مقدار ہے

1 L = 1000 mL

1 L = 1 $dm^3$

= $(10\ cm)^3$

= 1000 $cm^3$

∴ 1 mL = 1 $cm^3$

$1\ m^3$ کو لٹرز میں ظاہر کریں (L) ...........۔

### بنیادی یونٹس (Base Units)

وہ یونٹ جو بنیادی مقداروں کو بیان کرتے ہیں بنیادی یونٹس کہلاتے ہیں۔ ہر بنیادی مقدار کا ایک SI یونٹ ہوتا ہے۔ ٹیبل 1.1 میں سات بنیادی مقداروں کے نام، ان کی علامات اور ان کے SI یونٹس دیے گئے ہیں۔

**ٹیبل 1.1: بنیادی مقداریں، ان کے SI یونٹس اور علامات**

| مقدار | | SI یونٹ | |
|---|---|---|---|
| نام | علامت | نام | علامت |
| لمبائی | $l$ | میٹر | m |
| ماس | $m$ | کلوگرام | kg |
| وقت | $t$ | سیکنڈ | s |
| الیکٹرک کرنٹ | $I$ | ایمپیئر | A |
| روشنی کی شدت | $L$ | کینڈیلا | cd |
| ٹمپریچر | $T$ | کیلون | K |
| مادے کی مقدار | $n$ | مول | mol |

### ماخوذ یونٹس (Derived Units)

ماخوذ مقداروں کی یونٹس میں استعمال ہونے والے یونٹس ماخوذ یونٹس کہلاتے ہیں۔ ماخوذ یونٹس کو بنیادی یونٹس کے حوالے سے بیان کیا جاتا ہے۔ یہ ایک یا زائد بنیادی یونٹس کے حاصل ضرب یا تقسیم سے حاصل کیے جاتے ہیں۔ ایریا کا یونٹ ($m^2$) اور والیوم کا یونٹ ($m^3$) لمبائی کے بنیادی یونٹ میٹر (m) سے حاصل کیے گئے ہیں۔ سپیڈ اکائی وقت میں طے کردہ فاصلہ ہے۔ اس لیے اس کا یونٹ میٹر فی سیکنڈ ($ms^{-1}$) ہے۔ اسی طرح سے ڈینسٹی، فورس، پریشر، پاور وغیرہ کے یونٹس کو ایک یا زائد بنیادی یونٹس کی بنیاد پر اخذ کیا جاتا ہے۔ ٹیبل 1.2 میں چند ماخوذ یونٹس اور ان کی علامات دی گئی ہیں۔

**ٹیبل 1.2: ماخوذ مقداریں، ان کے SI یونٹس اور علامات**

| مقدار | | یونٹ | |
|---|---|---|---|
| نام | علامت | نام | علامت |
| سپیڈ | $v$ | میٹر فی سیکنڈ | $ms^{-1}$ |
| ایکسلریشن | $a$ | میٹر فی سیکنڈ فی سیکنڈ | $ms^{-2}$ |
| والیوم | $V$ | کیوبک میٹر | $m^3$ |
| فورس | $F$ | نیوٹن | N; $kgms^{-2}$ |
| پریشر | $P$ | پاسکل | Pa; $Nm^{-2}$ |
| ڈینسٹی | $\rho$ | کلوگرام فی کیوبک میٹر | $kg\ m^{-3}$ |
| الیکٹرک چارج | $Q$ | کولمب | C; As |

1. [illegible]
2. [illegible]
(i) [illegible] (ii) [illegible]
3. [illegible]

[illegible]

## 1.4 پری فکسز (Prefixes)

[illegible] 250 000 کلوگرام، 0.002 سے 0.000 002 [illegible] SI [illegible] SI [illegible] کلو (kilo)، میگا (mega)، گیگا (giga)، ملی (milli) اور مائیکرو (micro) وغیرہ۔ پری فکسز جدول 1.3 [illegible]

20 000 [illegible] 1000 [illegible]

پس $20kg = 20\,000 \div 1000$ [illegible] $20\,000$ [illegible]

یعنی $20kg = 20\,000g = 20 \times 10^{3}g$

جدول 1.4 میں [illegible] (kilo) [illegible] جدول 1.3 میں [illegible]

$200\,000\ ms^{-1} = 200 \times 10^{3}\ ms^{-1} = 200\ kms^{-1}$

$4\,800\,000\ W = 4\,800 \times 10^{3}\ W = 4\,800\ kW$

$= 4.8 \times 10^{6}\ W = 4.8\ MW$

[illegible]

| Prefix | Symbol | [illegible] | [illegible] |
|---|---|---|---|
| exa | E | ایکسا | [illegible] |
| peta | P | پیٹا | [illegible] |
| tera | T | ٹیرا | [illegible] |
| giga | G | گیگا | [illegible] |
| mega | M | میگا | [illegible] |
| kilo | k | کلو | [illegible] |
| hecto | h | ہیکٹو | [illegible] |
| deca | da | ڈیکا | [illegible] |
| deci | d | ڈیسی | [illegible] |
| centi | c | سینٹی | [illegible] |
| milli | m | ملی | [illegible] |
| micro | µ | مائیکرو | [illegible] |
| nano | n | نینو | [illegible] |
| pico | p | پیکو | [illegible] |
| femto | f | فیمٹو | [illegible] |
| atto | a | [illegible] | [illegible] |

[illegible]

| | |
|---|---|
| km | [illegible] |
| cm | [illegible] |
| mm | [illegible] |
| µm | [illegible] |
| nm | [illegible] |

iii $3\ 300\ 000\ 000\ Hz = 3\ 300 \times 10^6\ Hz = 3\ 300\ MHz$
$= 3.3 \times 10^3\ MHz = 3.3\ GHz$

iv $0.00002\ g = 0.02 \times 10^{-3}\ g = 20 \times 10^{-6}\ g$
$= 20\ \mu g$

v $0.000\ 000\ 0081\ m = 0.0081 \times 10^{-6}\ m = 8.1 \times 10^{-9}\ m$
$= 8.1\ nm$

## 1.5 سائنٹیفک نوٹیشن Scientific Notation

فزکس میں ہمیں اکثر بہت بڑے یا بہت چھوٹے اعداد سے واسطہ پڑتا ہے۔ ان بڑے اور چھوٹے اعداد کو سمجھنے کے لیے ایک آسان طریقہ اختیار کیا جاتا ہے۔ جس میں عدد کو 10 کی مناسب پاور یا پاورز کی شکل میں استعمال کرتے ہوئے لکھا جاتا ہے۔ اسے سائنٹیفک نوٹیشن یا سٹینڈرڈ فارم (Standard form) کہتے ہیں۔ چاند اور زمین کے درمیان کا فاصلہ 384000000 میٹر ہے۔ جسے $3.84 \times 10^8$ میٹر کے طور پر بھی لکھا جا سکتا ہے۔ عدد کو اس طرح بیان کرنے سے بڑے اعداد کی شکل میں چھوٹی یا بڑی تعداد سے چھٹکارا مل جاتا ہے۔ سائنٹیفک نوٹیشن میں اعشاریہ سے پہلے 1 اور 10 کے درمیان عدد کو ایک عشاری مقام کے ساتھ بیان کیا جاتا ہے۔ مثلاً 62750 کے عدد کو $62.75 \times 10^3$، $6.275 \times 10^4$ یا $0.6275 \times 10^5$ کی صورت میں لکھا جا سکتا ہے۔ یہ تمام طریقے ٹھیک ہیں لیکن وہ عدد جس کی عشاریہ سے پہلے صرف ایک غیر صفر عدد ہو یعنی $6.275 \times 10^4$ سائنٹیفک نوٹیشن ہے۔ اسی طرح ایک سیکنڈ کا تقریباً 0.00045 حصہ سائنٹیفک نوٹیشن میں $4.5 \times 10^{-4}$ سیکنڈ ہے۔

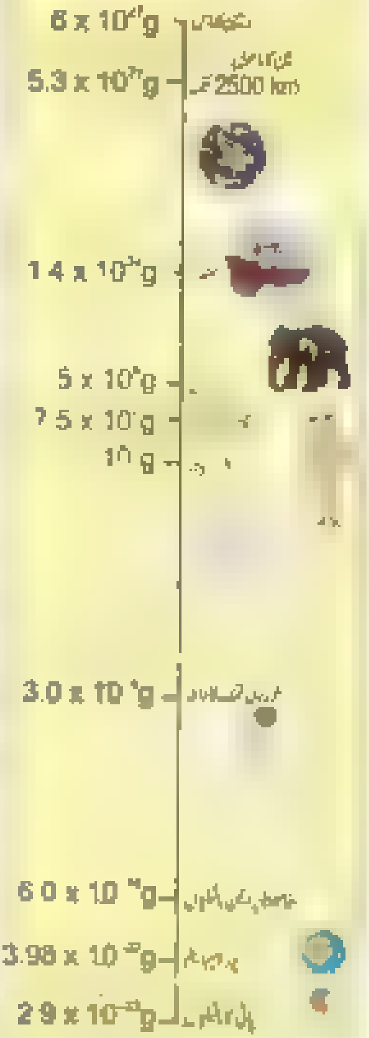
سوالات

1. سائنٹیفک نوٹیشن کی تعریف کیجیے۔
2. زمین سے چاند کا فاصلہ تقریباً 384000 کلومیٹر ہے۔ اسے (a) میٹر میں لکھیے (b) سائنٹیفک نوٹیشن میں لکھیے۔
3. مندرجہ ذیل کو سائنٹیفک نوٹیشن میں لکھیے۔

(a) $3000000000\ ms^{-1}$ (b) $6400000\ m$
(c) $0.00000000016\ g$ (d) $0.0000548\ s$

دلچسپ معلومات

مختلف اجسام کا ماس



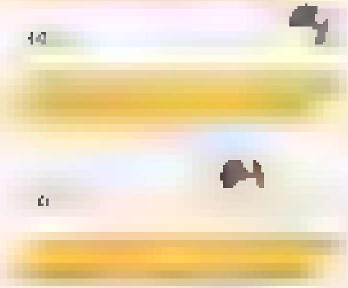
## 1.6 پیمائشی آلات (Measuring Instruments)

شکل [illegible]

مختلف طبعی مقداروں مثلاً لمبائی، ماس، وقت، والیم وغیرہ کی پیمائش کے لیے مختلف آلات استعمال کیے جاتے ہیں۔ ماضی میں استعمال ہونے والے پیمائشی آلات اتنے قابل اعتبار اور درست نہیں تھے جتنے کہ آج کل استعمال ہوتے ہیں۔ مثال کے طور پر قدیم مصر میں وقت کی پیمائش کے لیے استعمال ہونے والے آلات جن میں دھوپ گھڑیاں، پانی گھڑیاں اور ریت گھڑیاں شامل تھیں، یہ زیادہ قابل اعتبار نہیں تھے۔ جبکہ آج کل استعمال ہونے والی گھڑیاں اور ڈیجیٹل گھڑیاں انتہائی قابل اعتماد اور درست سمجھی جاتی ہیں۔ آئیے فزکس لیبارٹری میں پیمائش کے لیے استعمال ہونے والے چند آلات کا مطالعہ کریں۔

### میٹر رول (Metre Rule)

شکل 1.13 میٹر رول



شکل 1.14 [illegible]

شکل 1.13 میں دکھایا گیا میٹر رول لمبائی کی پیمائش کا ایک آلہ ہے۔ عام طور پر لیبارٹری میں کسی چیز کی لمبائی یا دو پوائنٹس کے درمیان فاصلہ کی پیمائش کے لیے استعمال ہوتا ہے۔ یہ ایک میٹر یعنی 100 سینٹی میٹر لمبا ہوتا ہے۔ ہر سینٹی میٹر کو 10 برابر حصوں میں تقسیم کیا گیا ہے جنہیں ملی میٹر (mm) کہتے ہیں۔ میٹر رول پر سب سے چھوٹی ریڈنگ ایک ملی میٹر (1 mm) ہے۔ یہ میٹر رول کا لیسٹ کاؤنٹ (Least count) کہلاتا ہے۔

لمبائی یا فاصلہ ناپتے وقت آنکھ ہمیشہ پیمائش کے مقام کے عین اوپر عموداً ہونی چاہیے جیسا کہ شکل (1.14 b) میں دکھایا گیا ہے۔ اگر آنکھ پوائنٹ کے مقام سے دائیں یا بائیں ہوگی تو پیمائش مشکوک ہوگی۔

### پیمائشی فیتہ (Measuring Tape)

شکل 1.15 پیمائشی فیتہ

میٹر اور سینٹی میٹر میں پیمائش کے لیے پیمائشی فیتہ استعمال کیا جاتا ہے۔ بڑھئی اور لوہار پیمائشی فیتہ استعمال کرتے ہیں۔ پیمائشی فیتہ ایک پتلی لمبی دھات یا پلاسٹک کی پٹی پر مشتمل ہوتا ہے جس کی لمبائی عموماً 10 میٹر، 20 میٹر، 50 میٹر یا 100 میٹر ہوتی ہے۔ اس پر سینٹی میٹر اور انچ کندہ ہوتے ہیں۔

### 1.5 ورنیئر کیلیپرز Vernier Calipers

میٹر رول سے حاصل کی گئی پیمائش ملی میٹر (1mm) تک درست ہوتی ہے۔ اس سے زیادہ درست پیمائش کے لیے ورنیئر کیلیپر استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ دو جبڑوں پر مشتمل ہوتے ہیں جیسا کہ شکل (1.6) میں دکھایا گیا ہے۔ ایک متحرک جبڑا

شکل 1.6 جبڑوں کے ساتھ ورنیئر کیلیپرز

مین سکیل (main scale) پر سینٹی میٹر اور ملی میٹر کے نشان ہوتے ہیں۔ متحرک جبڑے پر ورنیئر سکیل ہوتا ہے۔ ورنیئر سکیل پر 9 ملی میٹر فاصلے کو دس برابر حصوں میں تقسیم کیا جاتا ہے۔ ہر حصہ 0.9 ملی میٹر کے مساوی ہوتا ہے۔ اس طرح مین سکیل اور ورنیئر سکیل کے ایک حصے میں 0.1 ملی میٹر کا فرق ہوتا ہے۔ اسے ورنیئر کیلیپرز کا لیسٹ کاؤنٹ (Least count) کہتے ہیں۔

$$\text{لیسٹ کاؤنٹ} = \frac{\text{مین سکیل پر چھوٹی ریڈنگ}}{\text{ورنیئر سکیل پر درجوں کی تعداد}}$$

$$1mm / 10 = 0.1 \text{ mm}$$

یعنی $\text{لیسٹ کاؤنٹ} = 0.1 \text{ mm} = 0.01 \text{ cm}$

### ورنیئر کیلیپرز کا طریقہ کار

سب سے پہلے ورنیئر کیلیپرز میں صفر غلطی کا امکان معلوم کیجیے۔ اسے ورنیئر کیلیپرز کے دونوں جبڑوں کو ملا کر صفر غلطی معلوم کی جا سکتی ہے۔ اس قسم کی غلطی ... ہوتی ہے ... کے مساوی ہوتی ہے۔

[illegible]

## زیرو ایرر اور زیرو کریکشن

زیرو ایرر معلوم کرنے کے لیے ورنیئر کیلیپرز کے دونوں جبڑوں کو آپس میں بند کیجیے۔ اگر ورنیئر سکیل کی زیرو لائن مین سکیل کی زیرو لائن سے منطبق ہو تو زیرو ایرر صفر ہوگا (شکل 1.7a)۔ اگر ورنیئر سکیل کی زیرو، مین سکیل کی زیرو لائن کے دائیں جانب ہو تو زیرو ایرر پازیٹو ہوگا۔ اگر ورنیئر سکیل کی زیرو لائن مین سکیل کی زیرو لائن کے دائیں جانب ہو (شکل 1.7b) تو زیرو ایرر پازیٹو ہوگا۔ اگر ورنیئر سکیل کی زیرو لائن مین سکیل کی زیرو لائن کے بائیں جانب ہو تو زیرو ایرر نیگیٹو ہوگا (شکل 1.7c)۔

## ورنیئر کیلیپرز سے ریڈنگ لینا

فرض کیجیے، ورنیئر کیلیپرز کی مدد سے ایک ٹھوس سلنڈر کا ڈایا میٹر معلوم کرنا ہے۔ ٹھوس سلنڈر کو ورنیئر کیلیپرز کے جبڑوں کے درمیان رکھیے جیسا کہ شکل 1.8 میں دکھایا گیا ہے۔ جبڑوں کو آہستہ سے بند کیجیے، یہاں تک کہ یہ سلنڈر کو چھونے لگیں۔

شکل 1.8 ورنیئر کیلیپرز کے جبڑوں کے درمیان ٹھوس سلنڈر

مین سکیل پر مکمل ہونے والے ورنیئر کی ریڈنگ کو سنٹی میٹر کی صورت میں نوٹ کیجیے۔ اب یہ معلوم کیجیے کہ ورنیئر سکیل کی کون سی لائن مین سکیل کی کسی لائن سے منطبق ہے۔ اسے لیسٹ کاؤنٹ سے ضرب دے کر مین سکیل کی ریڈنگ میں جمع کیجیے۔ یہ ٹھوس سلنڈر کے ڈایا میٹر کی پیمائش ہوگی۔ درست پیمائش کے لیے زیرو کریکشن جمع کیجیے۔ اوپر بیان کیے گئے عمل کو کم از کم تین مرتبہ دہرایئے اور ٹھوس سلنڈر کا اوسط ڈایا میٹر معلوم کیجیے۔ اپنے مشاہدات کا اندراج کیجیے۔

شکل 1.7 زیرو ایرر
(a) صفر
(b) +0.07 cm
(c) -0.02 cm

1. [illegible]
2. [illegible]
3. [illegible]
4. [illegible]

ورنیئر کیلیپر میں موجود (شکل 1.18) میں دکھائے گئے سلنڈر کا ڈایا میٹر معلوم کیجیے۔

حل

زیرو کریکشن

[illegible] سے حاصل ہونے والی ریڈنگ شکل (1.17b) میں دکھائی گئی ہے۔

مین سکیل ریڈنگ = 0.0 cm

مین سکیل سے ملنے والا ورنیئر سکیل کا درجہ = 7 div

ورنیئر سکیل ریڈنگ = 7 × 0.01 cm
= 0.07 cm

زیرو ایرر (Z.E) = 0.0 cm+0.07 cm
= +0.07 cm

زیرو کریکشن (Z.C) = −0.07 cm

سلنڈر کا ڈایا میٹر

[illegible] (شکل 1.18)۔

مین سکیل ریڈنگ = 2.2 cm

مین سکیل سے ملنے والا ورنیئر سکیل کا درجہ = 6 div

ورنیئر سکیل کی ریڈنگ = 6 × 0.01 cm
= 0.06 cm

سلنڈر کا مشاہداتی ڈایا میٹر = 2.2 cm+0.06 cm
= 2.26 cm

سلنڈر کا تصحیح شدہ ڈایا میٹر = 2.26 cm−0.07 cm
= 2.19 cm

[illegible] سلنڈر کا تصحیح شدہ ڈایا میٹر 2.19 سینٹی میٹر ہے۔

[illegible]

## سکریو گیج (Screw Gauge)

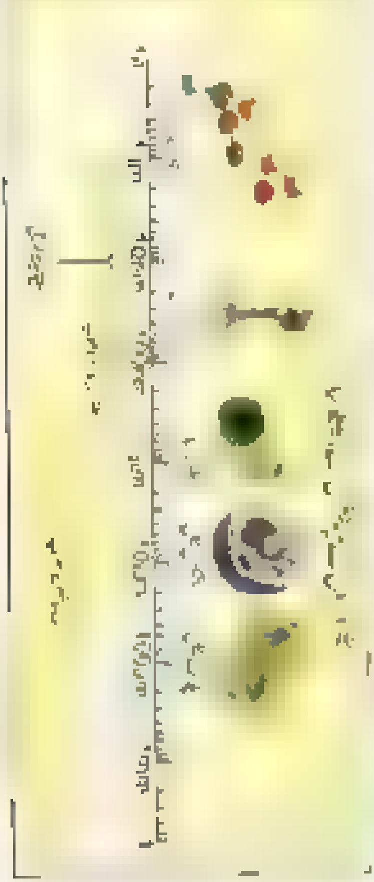
سکریو گیج ایک ایسا آلہ ہے جسے ورنیئر کیلیپرز کی نسبت زیادہ درستی سے چھوٹی چھوٹی لمبائیوں کی پیمائش معلوم کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ اسے مائیکرو میٹر سکریو گیج بھی کہتے ہیں۔ یہ ایک U شکل کے دھاتی فریم پر مشتمل ہوتا ہے جس کے ایک جانب ایک دھاتی پن (stud) لگا ہوتا ہے جیسا کہ شکل (1.9) میں دکھایا گیا ہے۔ اس فریم کے دوسری جانب ایک کھوکھلا سلنڈر یا بیرل (sleeve) لگا ہوتا ہے جس پر ملی میٹر کے حساب سے انڈیکس لائن ہوتی ہے جس پر ملی میٹر میں درجے لگے ہوتے ہیں۔ یہ کھوکھلا سلنڈر بطور نٹ (nut) کام کرتا ہے۔ یہ سٹڈ کے مخالف سمت میں U شکل کے فریم کے سرے پر نصب ہوتا ہے۔ تھمبل (thimble) کے اندر پیچ دار سپنڈل (spindle) لگی ہوتی ہے۔ جیسے ہی تھمبل ایک چکر مکمل کرتا ہے سپنڈل ایک ملی میٹر انڈیکس لائن کی سمت میں حرکت کرتی ہے جس کی وجہ سے بیرل پر متصل چوڑیوں کا درمیانی فاصلہ ایک ملی میٹر کے مساوی ہوتا ہے۔ سپنڈل پر موجود چوڑیوں کے درمیانی فاصلے کو سکریو گیج کی پچ کہتے ہیں۔

شکل 1.9 مائیکرو میٹر سکریو گیج

تھمبل کے ایک کنارے پر 100 درجے ہوتے ہیں۔ یہ سکریو گیج کی سرکلر سکیل ہے۔ تھمبل کے ایک چکر مکمل کرنے پر 100 درجے انڈیکس لائن کے سامنے سے گزرتے ہیں اور تھمبل مین سکیل پر ایک ملی میٹر کا فاصلہ طے کرتی ہے۔ پس سرکلر سکیل کے ایک درجے کی انڈیکس لائن سے حرکت تھمبل کو مین سکیل پر 1/100 ملی میٹر یعنی 0.01 ملی میٹر حرکت دیتی ہے۔ سکریو گیج کا لیسٹ کاؤنٹ اس طرح بھی معلوم کیا جا سکتا ہے۔

$$\text{لیسٹ کاؤنٹ} = \frac{\text{سکریو گیج کی پچ}}{\text{سرکلر سکیل پر درجوں کی تعداد}}$$

دلچسپ معلومات



لیسٹ کاؤنٹ = 1mm/100

= 0.01 ملی میٹر = 0.001 سینٹی میٹر

[illegible] 0.01 ملی میٹر یا 0.001 سینٹی میٹر ہے

## سکریو گیج کا طریقہ کار

پہلا مرحلہ سکریو گیج کا زیرو ایرر معلوم کرنا ہے

### زیرو ایرر

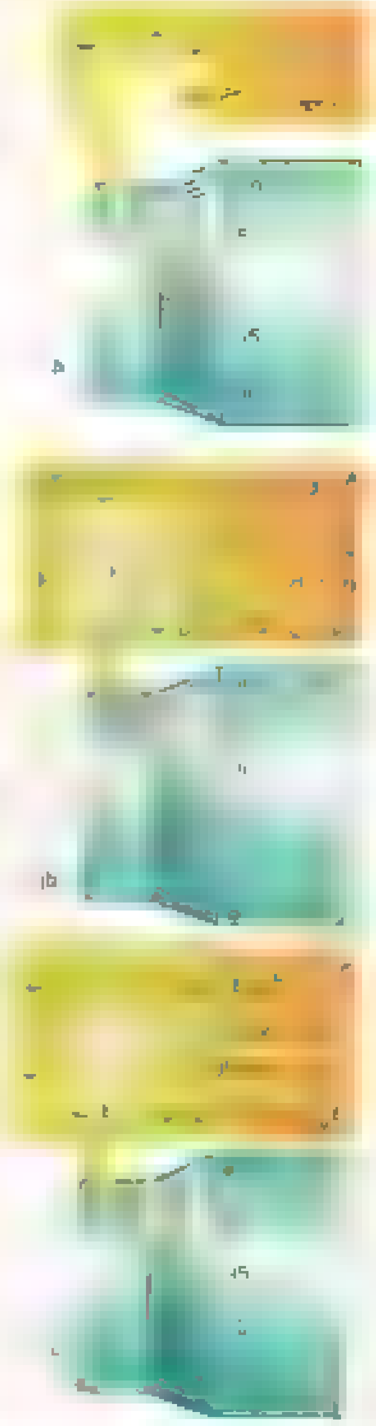
[illegible] (110a) [illegible] 100 [illegible]

[illegible] (1.10c) [illegible] معلوم کیجیے۔

مثال 2

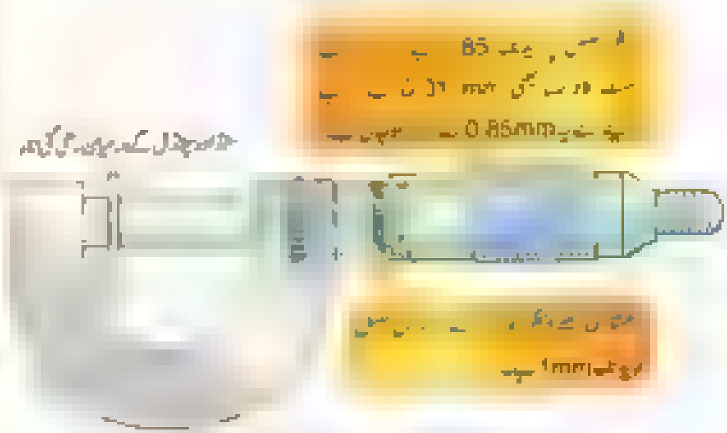
سکریو گیج کی مدد سے کسی تار کا قطر معلوم کیجیے

[illegible]



[illegible] 0.5 mm [illegible] 0 mm [illegible]

موجودہ لاک کو کھولیں۔ دی گئی تار کو اینول اور سپنڈل کے درمیان رکھیں جیسا کہ شکل (1.11) میں دکھایا گیا ہے۔ اب رچٹ کو اس وقت تک گھمائیں جب تک کہ تار سپنڈل اور اینول کے درمیان نرمی سے دب جائے۔




شکل 1.11: سکریو گیج سے تار کا ڈایا میٹر معلوم کرنا

(iv) دی گئی تار کا ڈایا میٹر معلوم کرنے کے لیے سکریو گیج کی مین سکیل اور سرکلر سکیل کی ریڈنگ نوٹ کیجیے۔

(v) زیرو کریکشن کے طریقے سے تار کا درست ڈایا میٹر معلوم کیجیے۔

(vi) تار کے مختلف مقامات پر (iii, iv, v) مراحل کو دہرائیں تاکہ تار کا اوسط ڈایا میٹر معلوم کیا جا سکے۔

## زیرو کوریکشن

سکریو گیج کا خلا ختم ہونے پر (شکل 1.12)

مین سکیل ریڈنگ = 0 mm

سرکلر سکیل ریڈنگ = 24 × 0.01 mm

سکریو گیج کی ریڈنگ = 0 mm + 0.24 mm

= +0.24 mm

زیرو کریکشن (ZC) = −0.24 mm

تار کا ڈایا میٹر (شکل 1.11)

مین سکیل ریڈنگ = 1 mm

جب تار جبڑوں اور سپنڈل کے درمیان سختی سے دبی ہوئی ہو۔

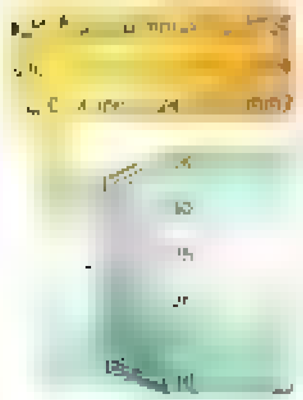
1 [illegible]

2 [illegible]

3 [illegible]

4 پیمائش کے ان آلات میں سے کون سا زیادہ درست ہے؟

(a) ورنیئر کیلیپرز (b) سکریو گیج




شکل 1.12: سکریو گیج کا زیرو ایرر

میٹر راڈ کا لیسٹ کاؤنٹ 1mm ہے اور ورنیئر کیلیپرز کا لیسٹ کاؤنٹ 0.1 mm ہے۔ سکریو گیج کا لیسٹ کاؤنٹ 0.01mm ہے۔ یہی وجہ ہے کہ سکریو گیج سے کی جانے والی پیمائش ورنیئر کیلیپرز کی نسبت زیادہ درست ہوتی ہے۔

= 85 ... کی تعداد

سرکولر اسکیل ریڈنگ = 85 × 0.01 mm
= 0.85 mm

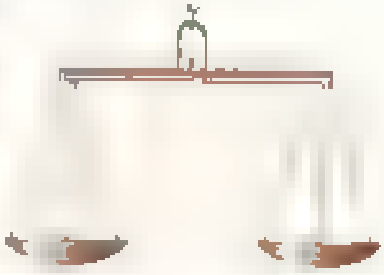
... ریڈنگ = 1 mm + 0.85 mm
= 1.85 mm

... تصحیح شدہ ... = 1.85 mm − 0.24 mm
= 1.61 mm

... 1.61 ملی میٹر ہے۔

## ... (Measuring Mass) ...

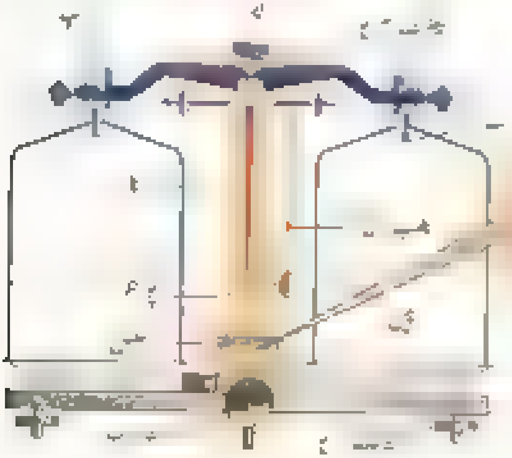
[illegible] (Beam balance) ... (شکل 1.13) ... [illegible] ... اور استعمال میں آسان ہوتے ہیں۔



شکل 1.13 بیم بیلنس

[illegible]

[illegible] (beam) ... [illegible]



شکل 1.14 فزیکل بیلنس

[illegible]

کے اوپر [illegible] کی مدد سے [illegible] جیسا کہ شکل (1.14) میں دکھایا گیا ہے۔

مثال 1.3

فزیکل بیلنس کی مدد سے ایک پتھر کے ٹکڑے کا ماس معلوم کیجیے۔

حل

کسی شے کا ماس معلوم کرنے کے لیے درج ذیل اقدامات کیجیے:

(i) بیلنس کے [illegible] کی مدد سے ایڈجسٹ کیجیے۔

(ii) ارسٹنگ ناب (arresting knob) کو [illegible] سمت میں گھما کر [illegible] کی مدد سے سوئی [illegible]

(iii) ارسٹنگ ناب کو واپس گھمائیے [illegible] پتھر کا ٹکڑا (شے) بائیں پلڑے میں رکھیں۔

(iv) ویٹ باکس (weight box) سے [illegible]

[illegible]

(v) [illegible] پلڑے میں موجود [illegible] سوئی جھولنا بند کرنے کی صورت میں صفر پر رک جائے۔

(vi) دائیں پلڑے میں موجود معیاری ماسز کو جمع کیجیے۔ ان سب کا مجموعہ بائیں پلڑے میں موجود شے کے ماس کے مساوی ہوگا۔

## لیور بیلنس (Lever Balance)

شکل 1.15 لیور بیلنس

لیور بیلنس شکل (1.15) میں دکھایا گیا ہے [illegible] ایک سسٹم پر مشتمل ہوتا ہے۔ [illegible] ایک پلڑے میں کوئی شے اور دوسرے پلڑے میں معیاری ماس رکھے جاتے ہیں۔ جب سوئی صفر پر آکر ٹھہر جاتی ہے تو شے کا ماس [illegible] دوسرے پلڑے میں موجود معیاری ماس کے مجموعے کے برابر ہوتا ہے۔

شکل 1.16 الیکٹرونک بیلنس

## الیکٹرونک بیلنس (Electronic Balance)

[illegible] (1.16 شکل) [illegible] (ON) [illegible]

## سب سے درست بیلنس (The Most Accurate Balance)

[illegible]

(a) عام بیلنس

3.2 گرام = سکے کا ماس

[illegible] (sensitive) [illegible] 0.1 گرام یا 100 ملی گرام تک کی تبدیلی ظاہر کرنے کی اہلیت ہوتی ہے۔

(b) فزیکل بیلنس

3.24 گرام = سکے کا ماس

[illegible] 0.01 گرام یا 10 ملی گرام [illegible] کی اہلیت ہوتی ہے۔

(c) الیکٹرونک بیلنس

3.247 گرام = سکے کا ماس

[illegible] 0.001 گرام یا 1 ملی گرام [illegible]

> [illegible]
>
> بعض ڈیجیٹل بیلنس 0.0001g یعنی 0.1mg تک فرق کی پیمائش کر سکتے ہیں۔ [illegible] بیلنس انتہائی حساس سمجھے جاتے ہیں۔

## سٹاپ واچ (Stopwatch)

[illegible] مکینیکل سٹاپ واچ اور ڈیجیٹل سٹاپ واچ۔ مکینیکل سٹاپ واچ [illegible] 0.1 سیکنڈ [illegible]

شکل 1.17 مکینیکل سٹاپ واچ

کھیلوں میں عام استعمال ہونے والی ڈیجیٹل سٹاپ واچ سے وقت کے دورانیہ کو (1/100) یعنی 0.01 سیکنڈ تک کے وقفے کی پیمائش کی جا سکتی ہے۔

شکل 1.18: ڈیجیٹل سٹاپ واچ

## سٹاپ واچ کیسے استعمال کی جاتی ہے؟

مکینیکل سٹاپ واچ کو چلانے کے لیے اس کا ایک بٹن ہوتا ہے … کے علاوہ اسے چلانے … کے لیے بٹن ایک بار دبایا جاتا ہے۔ دوسری بار دبانے سے … رک جاتی ہے … دبانے پر اس کی سوئی صفر پر واپس آ جاتی ہے۔

جیسے ہی … سٹاپ بٹن دبایا جاتا ہے ڈیجیٹل سٹاپ واچ … وقت کو ظاہر کرنے کے لیے … جونہی … سٹاپ بٹن دوبارہ دبایا جاتا ہے یہ رک جاتی ہے اور وقت … ہے۔ … صفر پر … ہے۔

## لیبارٹری میں موجود حفاظتی آلات

سکول کی لیبارٹری میں درج ذیل آلات کا ہونا ضروری ہے۔

- …
- آگ بجھانے کا آلہ
- …
- …
- …
- …

## پیمائشی سلنڈر Measuring Cylinder

پیمائشی سلنڈر شیشے یا پلاسٹک کا بنا ہوتا ہے۔ جس کی لمبائی کے رخ پر ملی لیٹر میں درجے لگے ہوتے ہیں۔ پیمائشی سلنڈر 100 ملی لیٹر سے 2500 ملی لیٹر تک کی گنجائش کے ہو سکتے ہیں۔ یہ … کی پیمائش کے لیے استعمال ہوتے ہیں۔ یہ … ٹھوس … کے والیوم کی پیمائش کے لیے بھی استعمال ہوتے ہیں۔ اس مقصد کے لیے … پیمائشی سلنڈر میں موجود پانی میں ڈال دی جاتی ہے۔ سلنڈر میں پانی کی سطح بلند ہو جاتی ہے۔ … ٹھوس کے والیوم کے مساوی ہوتا ہے۔

(a) … (b) …

شکل 1.19: (a) … (b) …

[illegible]

(شکل 1.19a) [illegible]

[illegible] (1.19b) [illegible]

[illegible] (1.19c) [illegible]

[illegible]

## 1.7 (Significant Figures) [illegible]

[illegible]

- پیمائش کرنے والے آلہ کی خوبی
- مشاہدہ کرنے والے کی مہارت
- کیے گئے مشاہدات کی تعداد

مثال کے طور پر ایک طالب علم میٹر راڈ کی مدد سے ایک راڈ کی لمبائی 18 سینٹی میٹر ناپتا ہے۔ اس کی پیمائش میں اہم ہندسوں کی تعداد دو ہے۔ بائیں طرف کا ہندسہ 1 درست معلوم ہندسہ ہے جبکہ دائیں جانب موجود ہندسہ 8 مشکوک ہندسہ ہے۔ جس سے متعلق طالب علم کو بھی یقین نہیں ہے۔

ایک دوسرا طالب علم [illegible] اسی راڈ کی لمبائی کو ناپتا ہے۔ وہ اس کی لمبائی 18.4 سینٹی میٹر ریکارڈ کرتا ہے۔ اس پیمائش میں تین اہم ہندسے ہیں۔ بائیں طرف سے دو ہندسے 1 اور 8 معلوم ہندسے ہیں جبکہ دائیں طرف کا ہندسہ 4 مشکوک ہندسہ ہے۔ جس کے متعلق طالب علم کو یقین نہیں ہے۔

ایک تیسرا طالب علم [illegible] کی لمبائی 18.425 سینٹی میٹر ریکارڈ کرتا ہے۔ [illegible] پیمائش میں بھی تمام ہندسے [illegible] 1، 8، 4، 1 اور 8 معلوم [illegible] ہندسے ہیں جبکہ 4 بائیں طرف سے [illegible] 2، 5 [illegible] [illegible]

لہٰذا پیمائش کے آلات کے معیار سے پیمائش کے اہم ہندسوں کی تعداد بڑھتی ہے۔ اہم ہندسوں میں [illegible] شامل ہیں۔ [illegible]

درج ذیل اصول اہم ہندسوں کی شناخت میں مددگار ہیں۔

(i) غیر صفر ہندسے ہمیشہ اہم ہوتے ہیں۔

(ii) دو اہم ہندسوں کے درمیان موجود صفر اہم ہوتے ہیں۔

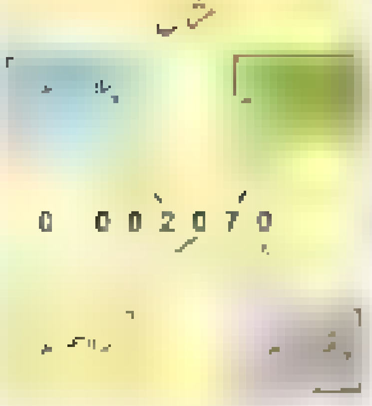
پیمائش میں اہم ہندسے معلوم [illegible]

(i) غیر صفر ہندسے ہمیشہ اہم ہوتے ہیں۔ 27 میں 2 ہندسے اہم ہیں۔ 275 میں 3 ہندسے اہم ہیں۔

(ii) اہم ہندسوں کے درمیان موجود صفر اہم ہوتے ہیں۔ 2705 میں 4 ہندسے اہم ہیں۔

(iii) اعشاری حصے میں آخری صفر اہم ہوتے ہیں۔ 275.00 میں 5 ہندسے اہم ہیں۔

(iv) اعشاریہ کے بعد بائیں طرف کے تمام صفر جو جگہ پُر کرنے کے لیے درج کیے جاتے ہیں غیر اہم ہوتے ہیں۔ 0.03 میں صرف 1 ہندسہ اہم ہے۔ 0.027 میں 2 ہندسے اہم ہیں۔



[illegible]

[illegible]

کیے جاتے ہیں اہم نہیں ہوتے۔

[illegible]

[illegible]

[illegible]

بیان کرنے سے ان کا تعین کیا جا سکتا ہے۔

[illegible] 1.4

[illegible]

میں بھی بیان کیجیے۔

(a) 100.8 s (b) 0.00580 km (c) 210.0 g

(a) [illegible] 4 [illegible]

[illegible] 2 [illegible]

$$100.8\ s = 1.008 \times 10^{2}\ s$$

[illegible] 2 [illegible]

[illegible] 3 [illegible] 8،5 [illegible]

[illegible] 3 [illegible]

$$0.00580\ km = 5.80 \times 10^{-3}\ km$$

[illegible]

[illegible] 4 [illegible]

[illegible] 2 [illegible]

$$210.0\ g = 2.100 \times 10^{2}\ g$$

[illegible]

Rounding off Numbers

[illegible]

- فزکس سائنس کی وہ شاخ ہے جو مادہ، انرجی اور ان کے درمیان تعلق کا مطالعہ کرتی ہے۔
- مکینیکس، حرارت، آواز، روشنی، الیکٹریسٹی اور میگنیٹزم، نیوکلیئر فزکس اور کوانٹم فزکس اس کی اہم شاخیں ہیں۔
- فزکس ہماری روزمرہ زندگی میں اہم کردار ادا کرتی ہے۔ مثال کے طور پر گھریلو آلات اور طبی آلات، صنعتی مشینری، ذرائع آمدورفت اور ذرائع مواصلات وغیرہ فزکس کے بنیادی قوانین اور اصولوں پر کام کرتے ہیں۔
- جو قابلِ پیمائش مقدار ہو، طبعی مقدار کہلاتی ہے۔ وہ مقداریں جنہیں آزادانہ بیان کیا جا سکے بنیادی مقداریں کہلاتی ہیں۔
- سات مقداروں کو بنیادی مقداروں کے طور پر منتخب کیا گیا ہے۔ ان میں لمبائی، ماس، وقت، الیکٹرک کرنٹ، ٹمپریچر، روشنی کی شدت اور کسی شے میں موجود مقدار شامل ہیں۔
- وہ مقداریں جنہیں بنیادی مقداروں کے تعلق سے بیان کیا جاتا ہے ماخوذ مقداریں کہلاتی ہیں۔ مثال کے طور پر رقبہ، والیوم، ولاسٹی، فورس، پریشر، انرجی وغیرہ۔
- یونٹس کا انٹرنیشنل سسٹم (SI) ساری دنیا میں پیمائش کے لیے استعمال ہوتا ہے۔ SI میں سات بنیادی مقداروں کے یونٹس میٹر، کلوگرام، سیکنڈ، ایمپیئر، کیلون، کینڈیلا اور مول ہیں۔
- پریفکسز وہ الفاظ ہیں جو کسی یونٹ کے شروع میں استعمال ہوتے ہیں۔ یہ یونٹ کے ملٹی پل یا سب ملٹی پل ظاہر کرتے ہیں۔ مثال کے طور پر کلو، میگا، ملی، مائیکرو وغیرہ۔
- سائنٹیفک نوٹیشن میں مقداروں کو دس کی مناسب پاور کی شکل میں لکھا جاتا ہے۔ اس میں اعشاریہ سے پہلے صرف ایک نان زیرو ہندسہ ہوتا ہے۔
- ورنیئر کیلیپرز چھوٹی لمبائیاں ماپنے کا آلہ ہے جیسے کسی سلنڈر کا قطر اور اس کی لمبائی وغیرہ۔
- سکریو گیج بہت چھوٹی لمبائیوں کو ماپنے کا آلہ ہے جیسے کسی تار کا قطر، پتلی شیٹ کی موٹائی وغیرہ۔
- فزیکل بیلنس ایک اصلاح شدہ قسم کا بیم بیلنس ہے جو چھوٹے ماس کو درستی سے ماپنے کے لیے استعمال ہوتا ہے۔
- سٹاپ واچ کو وقت کے کسی وقفہ کی پیمائش کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ مکینیکل سٹاپ واچ کی لیسٹ کاؤنٹ 0.1 سیکنڈ ہوتا ہے جبکہ ڈیجیٹل سٹاپ واچ کی لیسٹ کاؤنٹ 0.01 سیکنڈ ہے۔
- میژرنگ سلنڈر ایک درجہ بند شیشے کا سلنڈر ہے جس پر ملی لٹر میں نشانات لگے ہوتے ہیں۔ یہ مائعات اور چھوٹے اجسام کا والیوم ماپنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔
- کسی بھی مقدار میں درست معلوم ہندسے اور ان کے علاوہ پہلا تخمینی یا مشکوک ہندسہ بامعنی ہندسے کہلاتے ہیں جو کسی بھی پیمائش کی درستی کو ظاہر کرتے ہیں۔

1.1 [illegible]

[illegible]

(i) [illegible]

(a) 3 (b) 6 (c) 7 (d) 8

(ii) [illegible]

(a) [illegible] (b) [illegible] (c) [illegible] (d) [illegible]

(iii) [illegible]

(a) [illegible] (b) [illegible] (c) [illegible] (d) [illegible]

(iv) 200 [illegible]

(a) 0.2 s (b) 0.02 s

(c) $2 \times 10^{-1}$ s (d) $2 \times 10^{-2}$ s

(v) [illegible]

(a) 0.01 g (b) 2 mg

(c) 100 mg (d) 5000 ng

(vi) [illegible]

[illegible]

(a) [illegible] (b) [illegible]

(c) [illegible] (d) [illegible]

(vii) [illegible] 1.032 [illegible]

(a) 1 mm (b) 1.0 mm

(c) 1.03 mm (d) 1.032 mm

(viii) [illegible]

(a) [illegible] (b) [illegible] (c) [illegible] (d) [illegible]

(ix) [illegible] 3 [illegible]

[illegible] 8 [illegible]

(a) 3.8 cm (b) 3.08 mm

(c) 3.8 mm (d) 3.08 m

[illegible]

(a) [illegible] (b) [illegible]

(c) [illegible]

(d) [illegible]

1.2 [illegible]

1.3 [illegible]

[illegible]

1.4 [illegible]

(a) [illegible] (b) [illegible] (c) [illegible] (d) [illegible]

1.5 [illegible]

1.6 [illegible] 2 S [illegible]

1.7 [illegible]

1.8 [illegible]

1.9 [illegible]

1.10 [illegible]

[illegible]

1.11 [illegible]

[illegible]

1.12 [illegible]

1.13 [illegible]

[illegible]

1.1 مندرجہ ذیل مقداروں کو پریفکس کی مدد سے ظاہر کیجیے۔

(a) 5000 g

(b) 2000 000 W

(c) $52 \times 10^{-10}$ kg

(d) $225 \times 10^{-8}$ s

{(a) 5 kg (b) 2 MW (c) 5.2 μg (d) 2.25 μs}

1.2 پریفکس مائیکرو، نینو اور پیکو کا آپس میں کیا تعلق ہے؟

1.3 اگر بال ایک دن میں 1 mm بڑھتے ہیں تو ان بالوں کے بڑھنے کی شرح $nms^{-1}$ میں معلوم کیجیے۔

($11.57\ nms^{-1}$)

1.4 درج ذیل کو سٹینڈرڈ فارم میں لکھیے۔

(a) $1168 \times 10^{-27}$ (b) $32 \times 10^{5}$

(c) $725 \times 10^{-5}$ kg (d) $0.02 \times 10^{-8}$

{(a) $1.168 \times 10^{-24}$ (b) $3.2 \times 10^{6}$ (c) 7.25 g (d) $2 \times 10^{-10}$}

1.5 مندرجہ ذیل مقداروں کو سائنٹیفک نوٹیشن میں لکھیے۔

(a) 6400 km

(b) 380 000 km

(c) 300 000 000 $ms^{-1}$

(d) ایک دن میں سیکنڈز کی تعداد

{(a) $6.4 \times 10^{3}$ km (b) $3.8 \times 10^{5}$ km (c) $3 \times 10^{8}\ ms^{-1}$ (d) $8.64 \times 10^{4}$ s}

1.6 ورنیئر کیلی پرز کا جبڑے بند کرنے پر ورنیئر سکیل کا صفر مین سکیل کے صفر کے دائیں یا بائیں جانب ہو تو زیرو ایرر [illegible] کی زیرو کریکشن معلوم کیجیے۔

(+0.04 cm, -0.04 cm)

1.7 ایک سکرو گیج کی سرکلر سکیل پر 50 تقسیمیں ہیں۔ اس کی پچ 0.5 mm ہے۔ اس کا لیسٹ کاؤنٹ کیا ہے؟

(0.001 cm)

1.8 درج ذیل میں سے کن مقداروں میں اہم ہندسوں کی تعداد 3 ہے۔

(a) 3.0066 m (b) 0.00309 kg

(c) $5.05 \times 10^{-27}$ kg (d) 301.0 s

{(b) and (c)}

1.9 مندرجہ ذیل پیمائشوں میں اہم ہندسے کتنے ہیں؟

(a) 1.009 m (b) 0.00450 kg

(c) $1.66 \times 10^{-27}$ kg (d) 2001 s

{(a) 4 (b) 3 (c) 3 (d) 4}

1.10 ایک پلیٹ کی لمبائی 6.7 cm اور چوڑائی 5.4 cm ہے۔ اس کا ایریا اہم ہندسوں کی معقول تعداد میں معلوم کیجیے۔

($36\ cm^2$)

## یونٹ 2

# کائنی میٹکس
# (Kinematics)

اس یونٹ کے مطالعہ کے بعد طلبا اس قابل ہو جائیں گے کہ

- مثالوں کے ذریعے وضاحت کر سکیں کہ کسی جسم کی ایک وقت میں ریسٹ اور موشن (rest and motion) کس طرح ہو سکتے ہیں۔
- مختلف اقسام کی موشن یعنی ٹرانسلیٹری (لینیئر linear، رینڈم random اور سرکلر circular)، روٹیٹری (rotatory) اور وائبریٹری (vibratory) موشن کی وضاحت کر سکیں اور ان میں فرق بیان کر سکیں۔
- مثالوں کے ذریعے فاصلہ اور ڈس پلیسمنٹ (displacement)، سپیڈ اور ولاسٹی میں فرق بیان کر سکیں۔
- ویکٹر مقداروں کا اظہار ڈایاگرام کے ذریعے کر سکیں۔
- سپیڈ، ولاسٹی اور ایکسلریشن (acceleration) کی تعریف کر سکیں۔
- فاصلہ-ٹائم اور سپیڈ-ٹائم گراف بنا سکیں اور ان کی تشریح کر سکیں۔
- فاصلہ-ٹائم اور سپیڈ-ٹائم گراف کے سلوپ (slope) معلوم کر سکیں اور ان کی تشریح کر سکیں۔
- گراف سے کسی جسم کی حالت معلوم کر سکیں کہ وہ
  - (i) ریسٹ میں ہے
  - (ii) کونسٹنٹ سپیڈ سے حرکت کر رہا ہے
  - (iii) ویری ایبل سپیڈ سے حرکت کر رہا ہے
- کسی جسم کا طے کردہ فاصلہ معلوم کرنے کے لیے سپیڈ-ٹائم گراف کے نیچے کا ایریا معلوم کر سکیں۔

| | |
|---|---|
| اس یونٹ کی بنیاد ہے | |
| فورس اور موشن | سائنس-IV |
| یہ یونٹ رہنمائی کرتا ہے | |
| موشن اور فورس | فزکس XI |

- گراف کی مدد سے خطِ مستقیم (straight line) میں یونیفارم ایکسیلریشن سے حرکت کرنے والے جسم کی موشن کی مساوات اخذ کر سکیں۔
- مذکورہ مساوات کی مدد سے یونیفارم ایکسیلریشن سے متعلق مشقی سوالات حل کر سکیں۔
- گریویٹی کے ایکسیلریشن کی قیمت $10\ ms^{-2}$ استعمال کرتے ہوئے آزادانہ گرنے والے اجسام سے متعلق مشقی سوالات حل کر سکیں۔

- مختلف قسم کی موشن کا مظاہرہ کر کے ٹرانسلیٹری، روٹیٹری اور وائبریٹری موشن میں تفریق کر سکیں۔
- 100 میٹر کی ریس میں حصہ لینے والے کھلاڑی کی اوسط سپیڈ کی پیمائش کر سکیں۔

- مختلف ذرائع آمدورفت کے اثرات اور ان سے متعلق حفاظتی معاملات کی فہرست بنا سکیں۔
- حقیقی زندگی میں ... سے متعلق ... کا اطلاق کر سکیں۔
- اخبارات اور رسائل میں کرنٹ اور موسم وغیرہ کے گراف کا مفہوم جان سکیں۔

ریسٹ اور موشن
موشن کی اقسام
ٹرانسلیٹری، روٹیٹری اور وائبریٹری
موشن سے متعلق اصطلاحات
پوزیشن
فاصلہ اور ڈسپلیسمنٹ
سپیڈ اور ولاسٹی
ایکسیلریشن
سکیلر اور ویکٹر
موشن کا گراف کی مدد سے تجزیہ
فاصلہ ٹائم گراف
سپیڈ ٹائم گراف
موشن کی مساواتیں
$S = vt$
$v_f = v_i + at$
$S = v_i t + \frac{1}{2}at^2$
$v_f^2 - v_i^2 = 2aS$
گریویٹی کے تحت موشن

کسی جسم کی موشن سے متعلق بحث فزکس کی برانچ کائنی میٹکس (kinematics) ہے۔ موشن کی وجہ کو زیر بحث لائے بغیر کسی جسم کی موشن کے مطالعہ کو کائنی میٹکس کہتے ہیں۔ اس یونٹ میں ہم موشن کی اقسام، سکیلر اور ویکٹر مقداریں جیسے ڈسپلیسمنٹ، سپیڈ، ولاسٹی اور ایکسیلریشن کے درمیان تعلق، گراف اور موشن کی مساواتوں کا مطالعہ کریں گے۔

## 2.1 ریسٹ اور موشن (Rest and Motion)

ہم اپنے اردگرد بہت سی چیزیں دیکھتے ہیں۔ ان میں سے کچھ چیزیں ریسٹ کی حالت میں جبکہ دوسری موشن میں ہوتی ہیں۔ اگر کوئی جسم اپنے گردوپیش کے لحاظ سے اپنی پوزیشن تبدیل نہ کر رہا ہو تو وہ ریسٹ میں کہلاتا ہے۔ اسی طرح اگر کسی جسم کی

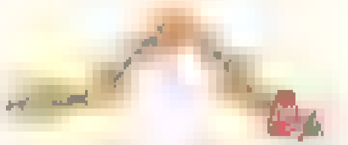
(relative

## 2.2 (Types of Motion)

(curved paths)

2.1

2.2



2.3

2.4

2.3

(Ferris Wheel)

موشن، سرکلر موشن اور رینڈم موشن میں تقسیم کیا جا سکتا ہے۔

## لینیئر موشن (Linear motion)

ہمارے ارد گرد خط مستقیم میں موشن کرتی ہوئی بے شمار اشیا سے پالا پڑتا ہے۔ ان اشیا کی حرکت لینیئر موشن کہلاتی ہے۔ مثلاً ایک ہموار اور سیدھی سڑک پر چلتی ہوئی کار لینیئر موشن میں ہوتی ہے۔

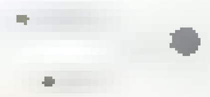
**کسی جسم کی خط مستقیم میں حرکت کو لینیئر موشن کہا جاتا ہے۔**

خط مستقیم میں اڑتا ہوا ہوائی جہاز اور عموداً نیچے گرتے ہوئے اجسام لینیئر موشن کی مثالیں ہیں۔

شکل 2.5 نیچے گرتے ہوئے پانی کی لینیئر موشن

## سرکلر موشن

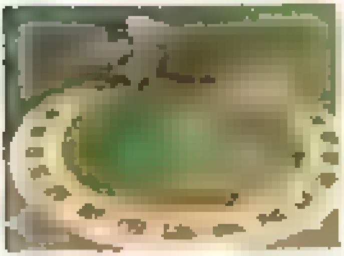
دوری کے سرے سے باندھے ہوئے پتھر کے ٹکڑے کو گھمایا جا سکتا ہے۔ پتھر کا ٹکڑا ایک دائرے میں حرکت کرتا ہے جیسا کہ شکل (2.6) میں دکھایا گیا ہے۔ پتھر کا ٹکڑا دائرے میں حرکت کرتا ہے۔ یہ سرکلر موشن میں ہے۔



شکل 2.6 دوری کے سرے سے باندھا گیا پتھر دائرے میں حرکت کرتا ہے

**کسی جسم کی ایک دائرے میں حرکت سرکلر موشن کہلاتی ہے۔**

شکل (2.7) میں کسی سرکلر ٹریک پر چلتی ہوئی کار سرکلر موشن میں ہوتی ہے۔ دائرے میں گھومتی ہوئی کار سرکلر موشن میں ہوتی ہے۔ سورج کے گرد زمین کی موشن اور زمین کے گرد چاند کی گردش بھی سرکلر موشن کی مثالیں ہیں۔



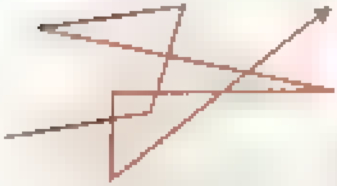
شکل 2.7 سرکلر ٹریک پر چلتی ہوئی کاریں

## رینڈم موشن (Random motion)

کیا آپ نے کیڑے مکوڑوں اور پرندوں کی حرکت پر غور کیا ہے؟ وہ بے ترتیب انداز میں حرکت کرتے ہیں۔

**کسی جسم کی بے ترتیب اور بے ہنگم حرکت کو رینڈم موشن کہتے ہیں۔**

اڑتے کیڑے مکوڑوں اور پرندوں کی موشن رینڈم موشن ہوتی ہے۔ ہوا میں گرد و غبار اور دھوئیں کے پارٹیکلز کی موشن بھی رینڈم ہوتی ہے۔ شکل (2.8) میں رکھے گئے شیشے کے برتن میں گیس یا مائع کے مالیکیولز کی حرکت بھی رینڈم موشن کی مثال ہے۔



شکل 2.8 گیس کے مالیکیولز کی رینڈم موشن
(Brownian) موشن کہلاتی ہے۔

## Rotatory Motion

[illegible] محور کے گرد گھومتا ہے۔ گھومتے ہوئے [illegible] پنکھا [illegible] طور پر [illegible] موشن [illegible] شکل (2.9) میں دکھایا گیا [illegible] محور کے گرد [illegible] ہے۔

[illegible]

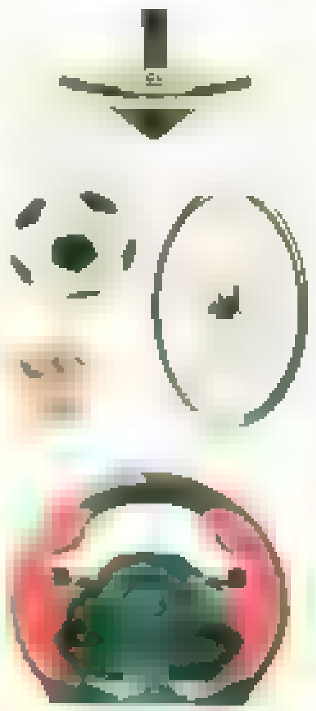
[illegible] ہے۔

[illegible]

[illegible]

[illegible] (spinning) [illegible] (geographic) [illegible]

[illegible]



شکل 2.8 [illegible]

[illegible] جیسا کہ شکل (2.10) میں دکھایا گیا ہے۔ [illegible] (to and fro motion) کرنے لگتا ہے۔ [illegible] کی موشن اپنے آپ کو بار بار دہراتی [illegible] ہے۔

کسی جسم کی اپنی وسطی پوزیشن سے آگے پیچھے

شکل 2.11 [illegible]

شکل 2.10 [illegible]

دہرائی جانے والی موشن وائبریٹری موشن کہلاتی ہے۔

شکل (2.11) میں ایک کلاک کا پینڈولم دکھایا گیا ہے۔ اس کی اپنی مین پوزیشن کے آگے پیچھے دہرائی جانے والی موشن، وائبریٹری موشن کہلاتی ہے۔ ہم اپنے گرد و نواح میں وائبریٹری موشن کی بے شمار مثالیں تلاش کر سکتے ہیں۔ آئیے بچوں کو سی سا (see-saw) پر بیٹھا ہوا دیکھیں۔ جیسا کہ شکل (2.12) میں دکھایا گیا ہے۔ سی سا پر کھیلتے ہوئے بچوں کی

شکل 2.12 سی سا میں بچوں کی وائبریٹری موشن

موشن کو کیا نام دیں گے؟ کیا یہ وائبریٹری موشن ہے؟ جھولے میں لیٹے ہوئے بچے کی جھولے کے ساتھ آگے پیچھے دہرائی جانے والی موشن، بجتی ہوئی الیکٹرک بیل کے ہتھوڑے کی موشن اور گٹار کی تار (string) کی موشن، وائبریٹری موشن کی چند مزید مثالیں ہیں۔

**مزید مشق**

1. کوئی جسم کب حالتِ ریسٹ میں کہلاتا ہے؟
2. کسی ایسے جسم کی مثال دیجیے جو بیک وقت ریسٹ اور موشن میں ہو۔
3. نیچے دیے گئے اجسام میں ہر ایک جسم کی حرکت کی قسم بتائیے۔
   (i) ہموار سڑک پر جاتی ہوئی گیند
   (ii) سلائیڈ سے پھسلتا ہوا بچہ
   (iii) فٹ بال کھیلتے ہوئے کھلاڑی کی حرکت
   (iv) اڑتی ہوئی پتنگ
   (v) سرکلر ٹریک پر دوڑتا ہوا ایتھلیٹ
   (vi) ڈرل کی موشن
   (vii) جھولے کی موشن

فزکس میں ہمارا واسطہ مختلف مقداروں مثلاً ماس، لمبائی، والیوم، ڈینسٹی، سپیڈ، فورس وغیرہ سے پڑتا ہے۔ ہم انہیں سکیلرز اور ویکٹرز میں تقسیم کرتے ہیں۔

**سکیلرز (Scalars)**

سکیلر مقداریں جن کا مکمل اظہار ان کی مقدار (magnitude) سے

ہوسکتی ہوں، سکیلرز کہلاتی ہیں۔ مقدار سے مراد کسی عدد کے ساتھ طبیعی مقدار کا موزوں یونٹ ہے۔ مثلاً 25 kg، 40 s، 18 m وغیرہ۔ ماس، لمبائی، وقت، کثافت، والیوم، ٹمپریچر اور انرجی سکیلرز کی مثالیں ہیں۔

کسی سکیلر کو اس کی مقدار سے مکمل طور پر بیان کیا جاتا ہے۔

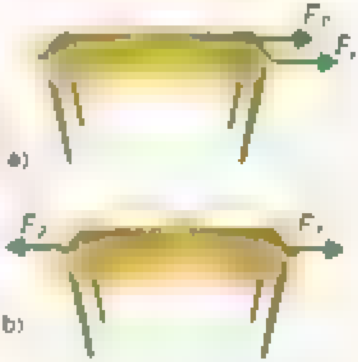
## ویکٹرز (Vectors)

کسی ویکٹر کو مکمل طور پر جاننے کے لیے اس کی مقدار کے ساتھ اس کی سمت جاننا بھی ضروری ہوتا ہے۔ ولاسٹی، ڈس پلیسمنٹ، فورس، مومینٹم، ٹارک وغیرہ ویکٹرز کی مثالیں ہیں۔ سمت کے بغیر کسی ویکٹر کو بیان کرنا بے معنی ہوگا۔ مثال کے طور پر کسی ریفرنس پوائنٹ سے کسی مقام کا فاصلہ اس مقام کی نشاندہی کے لیے ناکافی ہوتا ہے۔ اس مقام کو ٹھیک ٹھیک جاننے کے لیے سمت کا علم بھی ضروری ہوتا ہے۔

کسی ویکٹر کو اس کی مقدار اور سمت کی مدد سے مکمل طور پر بیان کیا جاتا ہے۔

فرض کیجیے کہ میز پر دو فورسز $F_1$ اور $F_2$ عمل کر رہی ہیں۔ جیسا کہ شکل (2.13a) میں دکھایا گیا ہے۔ یہ میز کس طرف حرکت کرے گا۔ اگر یہ دونوں فورسز مخالف سمت میں عمل کر رہی ہوں، جیسا کہ شکل (2.13b) میں دکھایا گیا ہے۔

یقیناً دونوں صورتیں ایک دوسرے سے مختلف ہیں۔ یہ فرق فورسز کی سمتوں کے باعث ہے۔ فورس کی مقدار اور سمت کے بغیر نامکمل ہوگا۔ اسی طرح جب ہم یہ کہتے ہیں کہ ہم $3\ kmh^{-1}$ کی سپیڈ سے شمال کی طرف جا رہے ہیں تو ہم دراصل کسی ویکٹر کی بات کر رہے ہوتے ہیں۔

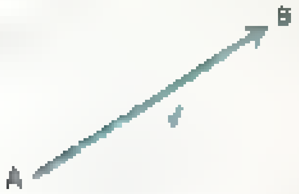



شکل 2.13: $F_1$ اور $F_2$
(a) ایک ہی سمت میں عمل کر رہی ہیں۔
(b) مخالف سمتوں میں عمل کر رہی ہیں۔

## ویکٹرز کا اظہار (Representation of Vectors)

ویکٹرز کو سکیلرز سے ممتاز کرنے کے لیے عموماً بولڈ حروف سے لکھا جاتا ہے جیسے **F**، **a** اور **d** وغیرہ۔ ہاتھ سے لکھتے ہوئے ان کے اوپر تیر کی علامت بنائی جاتی ہے جیسے F، a اور d کو $\vec{F}$، $\vec{a}$ اور $\vec{d}$۔

کسی ویکٹر کو گرافیکلی ایک سیدھی لائن سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ لائن کے ایک سرے پر تیر کا نشان اس ویکٹر کی سمت کو ظاہر کرتا ہے۔ شکل (2.14) میں خط AB جس کے سرے B پر تیر کا نشان ہے ایک ویکٹر V کو ظاہر کرتا ہے۔ خط AB کی




شکل 2.14 کسی ویکٹر کا گرافیکل اظہار

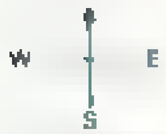
لمبائی کسی منتخب سکیل پر ویکٹر V کی مقدار کو ظاہر کرتی ہے جبکہ A سے B کی جانب خط کی سمت ویکٹر V کی سمت کو ظاہر کرتی ہے۔

## مثال 2.1

شمال مشرق کی جانب عمل کرنے والی 80 N کی فورس کو نمائندہ لائن سے ظاہر کیجیے۔

**حل**

مرحلہ 1: ایک دوسرے پر عمودی خطوط کھینچیں جن میں سے ایک افقی اور دوسرا عمودی ہو۔ افقی خط مشرق مغرب اور عمودی خط شمال جنوب کی سمت ظاہر کرتا ہے۔ جیسا کہ شکل (2.15) میں دکھایا گیا ہے۔

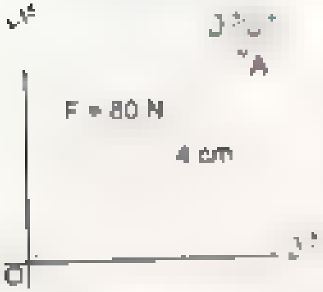



سکیل 1cm=20N

مرحلہ 2: ویکٹر کی نمائندگی کے لیے مناسب سکیل منتخب کیجیے۔ اس مثال میں جو سکیل منتخب کی گئی ہے اس کے مطابق 1cm لمبائی کا خط 20 N کی فورس کی نمائندگی کرے گا۔

مرحلہ 3: ویکٹر کی سمت میں سکیل کے مطابق ایک خط کھینچیں۔ اس مثال میں شمال مشرق کی سمت میں OA خط کھینچیں۔ جس کی لمبائی 4 cm ہو۔

مرحلہ 4: خط OA کے سرے A پر تیر کا نشان لگائیے۔ اس طرح خط OA دیے گئے ویکٹر کی نمائندگی کرے گا۔ یعنی شمال مشرق کی سمت میں عمل کرنے والی 80 N کی فورس کو ظاہر کرے گا۔




شکل 2.15 شمال مشرق کی جانب عمل کرنے والی 80N فورس کی نمائندہ لائن۔

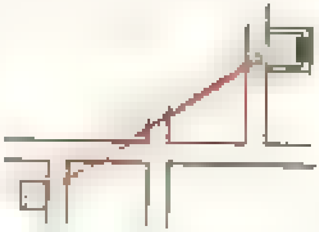
## 2.4 موشن سے متعلق اصطلاحات

موشن کے معاملات طے کرتے ہوئے ہم مختلف اصطلاحات سے متعارف ہوتے ہیں۔ مثلاً کسی جسم کی پوزیشن، طے کردہ فاصلہ، اس کی سپیڈ وغیرہ۔ آئیے ان میں سے چند اصطلاحات کی تشریح کرتے ہیں۔

### پوزیشن (Position)

کسی جگہ یا پوائنٹ کا کسی مخصوص مقام یا ریفرنس پوائنٹ (reference point) سے فاصلہ اور سمت اس جگہ کی پوزیشن کہلاتی ہے۔ مثال کے طور پر آپ

اپنے گھر سے اپنے سکول کی پوزیشن بیان کرنا چاہتے ہیں۔ آپ سکول کو S اور گھر کو H سے ظاہر کرتے ہیں۔ آپ کے گھر سے آپ کے سکول کی پوزیشن کی ماسوائے ایک سیدھی لائن HS سے کی جاسکتی ہے جس کی سمت H سے S کی طرف ہوگی جیسا کہ شکل (2.16) میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 2.16 گھر H سے سکول S کی پوزیشن

شکل (2.17) کی طرف دیکھیں جس میں دو پوائنٹس A اور B کے درمیان راستے کی لمبائی S ہے۔ اس لیے A اور B کے درمیان فاصلہ S جاتا ہے۔

شکل 2.17 کسی جانے پہچانے راستے A اور B کے درمیان فاصلہ (ڈسپلیسمنٹ) A سے B کی طرف ڈسپلیسمنٹ d ظاہر کرتا ہے

> دو پوائنٹس کے درمیان راستے کی لمبائی کو ان کے درمیان فاصلہ کہتے ہیں۔

فرض کیجئے کوئی جسم کسی راستے پر پوائنٹ A سے پوائنٹ B تک حرکت کرتا ہے۔ پوائنٹس A اور B کو خط مستقیم سے ملایئے۔ خط مستقیم AB پوائنٹس A اور B کے درمیان کم سے کم فاصلہ ظاہر کرتا ہے۔ کم سے کم فاصلے کی مقدار ہے اور اس کی سمت A سے B کی جانب ہے۔ کسی خاص سمت میں یہ کم سے کم فاصلہ ڈسپلیسمنٹ کہلاتا ہے۔ یہ ایک ویکٹر مقدار ہے۔ اسے d سے ظاہر کیا گیا ہے۔

> دو پوائنٹس کے درمیان کم سے کم فاصلے کو ڈسپلیسمنٹ کہتے ہیں۔

## سپیڈ اور ولاسٹی (Speed and Velocity)

کسی متحرک جسم کی سپیڈ سے ہمیں کیا معلومات حاصل ہوتی ہیں؟

کسی جسم کی سپیڈ ہمیں بتاتی ہے کہ وہ کتنی تیزی سے حرکت کرتا ہے۔ اکائی وقت میں کسی متحرک جسم کا طے کردہ فاصلہ سپیڈ کہلاتا ہے۔ اکائی وقت کے لیے سپیڈ کیلکولیٹ کرنے کا فارمولا بھی ہوتا ہے۔

> کسی جسم کے اکائی وقت میں طے کردہ فاصلہ کو اس کی سپیڈ کہتے ہیں۔

$$\text{سپیڈ} = \frac{\text{طے کردہ فاصلہ}}{\text{وقت}}$$

$$\text{طے کردہ فاصلہ} = \text{سپیڈ} \times \text{وقت}$$

$$S = vt \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2.1)$$

یہاں S جسم کا طے کردہ فاصلہ، v اس کی سپیڈ اور t وقت ہے۔ چونکہ فاصلہ ایک

کیا آپ جانتے ہیں؟

عقاب 200 کلومیٹر فی گھنٹہ کی سپیڈ سے شکار پر جھپٹتا ہے

سکیلر مقدار ہے اس لیے سپیڈ بھی سکیلر ہے۔ سسٹم انٹرنیشنل (SI) میں سپیڈ کا یونٹ میٹر فی سیکنڈ ($ms^{-1}$) ہے۔

### یونیفارم سپیڈ (Uniform Speed)

مساوات (2.1) میں وقت t کے دوران جسم کی اوسط سپیڈ v ہے۔ کیونکہ وقت t کے دوران جسم کی سپیڈ تبدیل بھی ہو سکتی ہے۔ تاہم اگر سپیڈ تبدیل نہ ہو رہی ہو اور اس کی مقدار یکساں رہے تو جسم کی سپیڈ کو یونیفارم سپیڈ کہتے ہیں۔

> جسم کی یونیفارم سپیڈ ہوتی ہے اگر وہ وقت کے مساوی وقفوں میں مساوی فاصلے طے کرے خواہ وقت کے یہ وقفے کتنے ہی مختصر کیوں نہ ہوں۔

ولاسٹی سے ہمیں سپیڈ بتانے کے علاوہ وہ سمت بھی معلوم ہوتی ہے جس میں جسم حرکت کر رہا ہوتا ہے۔ ولاسٹی ایک ویکٹر مقدار ہے۔

$$\text{ولاسٹی} = \frac{\text{ڈس پلیسمنٹ}}{\text{وقت}}$$

$$v = \frac{d}{t}$$

یا

$$d = vt \qquad (2.2)$$

یہاں d ڈس پلیسمنٹ، t وقت اور v ولاسٹی کو ظاہر کرتے ہیں۔ SI یونٹس میں ولاسٹی کا یونٹ وہی ہے جو سپیڈ کا ہوتا ہے یعنی میٹر فی سیکنڈ ($ms^{-1}$)۔

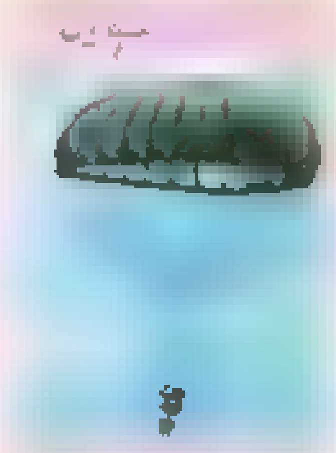
مساوات (2.2) میں وقت t کے دوران جسم کی اوسط ولاسٹی v ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ وقت کے وقفہ t کے دوران جسم کی ولاسٹی میں تبدیلی بھی ہو سکتی ہے۔ تاہم اکثر جسم کی سپیڈ اور موشن کی سمت تبدیل نہیں ہوتی۔ ایسی صورت میں جسم یونیفارم ولاسٹی سے حرکت کر رہا ہوتا ہے۔ یعنی وقت کے کسی بھی وقفے کے دوران ولاسٹی کی مقدار اور سمت ایک ہی رہتی ہے۔

> کسی جسم کی ولاسٹی یونیفارم ہوتی ہے اگر وقت کے مساوی وقفوں میں اس کا ڈس پلیسمنٹ یکساں رہے خواہ وقت کے یہ وقفے کتنے ہی مختصر کیوں نہ ہوں۔

چیتا 70 کلو میٹر فی گھنٹہ تک کی سپیڈ سے دوڑ سکتا ہے۔

سپیڈ معلوم کرنے والا کیمرہ

ایک LIDAR گن روشنی کا پتہ چلانے اور سپیڈ کا تعین کرنے والی گن ہے۔ یہ لیزر پلسز (Laser pulses) کی مدد سے کسی گاڑی کے فاصلے کی سلسلہ وار پیمائش کرتی ہے۔ اس سے گاڑی کی سپیڈ معلوم کی جاتی ہے۔



ایک پیراشوٹ والا زمین پر اترتے ہوئے یونیفارم ولاسٹی حاصل کر لیتا ہے جسے ٹرمینل ولاسٹی (Terminal velocity) کہتے ہیں۔

**مثال 2.2**

ایک طالب علم 12 سیکنڈ میں 100 میٹر کی دوڑ مکمل کرتا ہے۔ اس کی اوسط سپیڈ معلوم کیجیے۔

$$\text{کل فاصلہ} = 100\ m$$

$$\text{کل وقت} = 12\ s$$

$$\text{اوسط سپیڈ} = \frac{\text{کل طے شدہ فاصلہ}}{\text{کل وقت}}$$

$$= \frac{100\ m}{12\ s} = 8.33\ ms^{-1}$$

اس طالب علم کی اوسط سپیڈ $8.33\ ms^{-1}$ ہے۔

**مثال 2.3**

ایک بائیسکل سوار 318 میٹر ریڈیس کے سرکلر ٹریک کا آدھا چکر 1.5 منٹ میں مکمل کرتا ہے۔ اس کی سپیڈ اور ولاسٹی معلوم کیجیے۔

$$\text{ٹریک کا ریڈیس}\quad r = 318\ m$$

$$\text{کل وقت}\quad t = 1\ min\ 30\ s = 90\ s$$

$$\text{طے کردہ فاصلہ} = \pi \times \text{ریڈیس}$$

$$= 3.14 \times 318\ m = 999\ m$$

$$\text{ڈس پلیسمنٹ} = 2r$$

$$= 2 \times 318\ m = 636\ m$$

$$\text{سپیڈ} = \frac{\text{فاصلہ}}{\text{وقت}}$$

$$\text{سپیڈ} = \frac{999\ m}{90\ s} = 11.1\ ms^{-1}$$

$$\text{ولاسٹی} = \frac{\text{ڈس پلیسمنٹ}}{\text{کل وقت}}$$

$$= \frac{636\ m}{90\ s} = 7.07\ ms^{-1}$$

اس سرکلر ٹریک پر بائیسکل سوار کی سپیڈ $11.1\ ms^{-1}$ ہے۔ جبکہ اس کی ولاسٹی ٹریک کے ڈایا میٹر AB کی سمت میں $7.1\ ms^{-1}$ ہے۔

## ایکسلریشن (Acceleration)

کسی جسم میں ایکسلریشن کب ہوتا ہے؟ اگر کسی جسم کی ولاسٹی تبدیل ہو رہی ہو تو اس کی ولاسٹی میں یہ تبدیلی اس کی مقدار یا سمت یا دونوں کے باعث ہوتی ہے۔ ولاسٹی میں تبدیلی ایکسلریشن کا باعث بنتی ہے۔ پس ایکسلریشن کی تعریف یوں کی جا سکتی ہے:

> کسی جسم کی ولاسٹی میں تبدیلی کی شرح کو ایکسلریشن کہتے ہیں۔

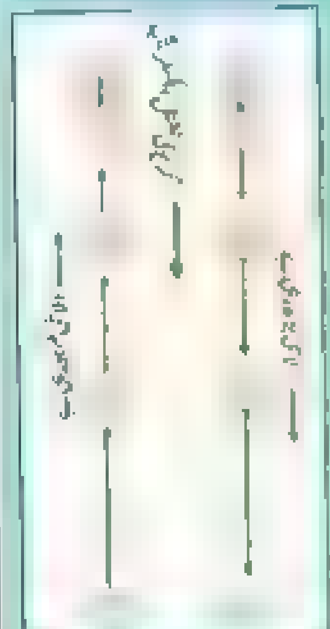
$$\text{ایکسلریشن} = \frac{\text{ولاسٹی میں تبدیلی}}{\text{وقت}}$$

$$\text{ایکسلریشن} = \frac{\text{آخری ولاسٹی} - \text{ابتدائی ولاسٹی}}{\text{وقت}}$$

$$a = \frac{v_f - v_i}{t} \qquad (2.3)$$

یہاں a ایکسلریشن، $v_i$ ابتدائی ولاسٹی، $v_f$ آخری ولاسٹی اور t وقت کو ظاہر کرتے ہیں۔ SI یونٹس میں ایکسلریشن کا یونٹ میٹر فی سیکنڈ فی سیکنڈ ($ms^{-2}$) ہے۔

کسی حرکت کرتے جسم کا ایکسلریشن ولاسٹی کی سمت میں ہوتا ہے جب اس کی ولاسٹی بڑھ رہی ہو۔ ایکسلریشن ولاسٹی کی مخالف سمت میں ہوتا ہے جب اس کی ولاسٹی کم ہو رہی ہو۔



## یونیفارم ایکسلریشن (Uniform Acceleration)

مساوات (2.3) میں دیا گیا ایکسلریشن a وقت t کے دوران کسی جسم کا اوسط ایکسلریشن ہے۔ اگر وقت t کو چھوٹے وقفوں میں تقسیم کیا جائے اور ان وقفوں کے دوران ولاسٹی میں تبدیلی کی شرح یکساں رہے تو ایکسلریشن بھی یونیفارم رہے گا۔ ایسا جسم یونیفارم ایکسلریشن میں ہوتا ہے۔

> اگر کسی جسم کی ولاسٹی وقت کے مساوی وقفوں میں ایک جیسی تبدیلی ہو خواہ یہ وقفے کتنے ہی چھوٹے کیوں نہ ہوں تو اس صورت میں ایکسلریشن کو یونیفارم ایکسلریشن کہتے ہیں۔

کسی جسم کا ایکسلریشن پازیٹو ہوتا ہے اگر وقت کے ساتھ اس کی ولاسٹی بڑھ رہی ہو۔ پازیٹو ایکسلریشن کی سمت وہی ہوتی ہے جس میں جسم حرکت کر رہا ہوتا ہے۔ کسی جسم کا ایکسلریشن نیگیٹو ہوتا ہے اگر وقت کے ساتھ اس کی ولاسٹی کم ہو رہی ہو۔ نیگیٹو ایکسلریشن کی سمت اس سمت کے مخالف ہوتی ہے جس میں جسم حرکت کر رہا ہوتا ہے۔ نیگیٹو ایکسلریشن کو ریٹارڈیشن (retardation) یا ڈی سلریشن (deceleration) بھی کہتے ہیں۔

ایک کار ریسٹ کی حالت سے حرکت کرنا شروع کرتی ہے۔ 8 سیکنڈ میں اس کی ولاسٹی $20\ ms^{-1}$ ہو جاتی ہے۔ اس کا ایکسلریشن معلوم کیجیے

ابتدائی ولاسٹی $v_i = 0\ ms^{-1}$

آخری ولاسٹی $v_f = 20\ ms^{-1}$

وقت $t = 8\ s$

ہم جانتے ہیں کہ $a = \frac{v_f - v_i}{t}$

$$a = \frac{20\ ms^{-1} - 0\ ms^{-1}}{8\ s}$$

$$= 2.5\ ms^{-2}$$

پس کار کا ایکسلریشن $2.5\ ms^{-2}$ ہے۔

2.5 جواب

ایک کار $30\ ms^{-1}$ کی ولاسٹی سے حرکت کر رہی ہے۔ اس کی ولاسٹی 5 s میں کم ہو کر $15\ ms^{-1}$ ہو جاتی ہے۔ کار کا ریٹارڈیشن معلوم کریں۔

ابتدائی ولاسٹی $v_i = 30\ ms^{-1}$

آخری ولاسٹی $v_f = 15\ ms^{-1}$

ولاسٹی میں تبدیلی $= v_f - v_i$

$= 15\ ms^{-1} - 30\ ms^{-1}$

$= -15\ ms^{-1}$

وقت $t = 5\ s$

$a = ?$

ایکسلریشن = $\frac{\text{ولاسٹی میں تبدیلی}}{\text{وقت}}$

$$a = \frac{-15\ ms^{-1}}{5\ s} = -3\ ms^{-2}$$

پس کار کا ریٹارڈیشن $3\ ms^{-2}$ ہے۔

گراف مختلف مقداروں کے درمیان تعلق کے تصویری (pictorial) اظہار کا طریقہ ہے۔ وہ مقداریں جن کے درمیان تعلق معلوم کیا جاتا ہے متغیر (variable) مقداریں کہلاتی ہیں۔ ان میں سے ایک مقدار جسے ہم اپنی مرضی سے بدل سکتے ہیں آزاد متغیر مقدار (independent variable) کہلاتی ہے۔ جبکہ دوسری مقدار جس کا انحصار پہلی مقدار پر ہوتا ہے تابع متغیر مقدار (dependent variable) کہلاتی ہے۔

گراف کی مدد سے جسم کی موشن کا اظہار کیا جا سکتا ہے۔ خط مستقیم میں موشن کی صورت میں فاصلہ اور ڈسپلیسمنٹ کو ایک دوسرے کی جگہ استعمال کیا جا سکتا ہے۔ فاصلہ - ٹائم گراف میں وقت کو افقی اور جسم کے طے کردہ فاصلہ کو عمودی محور (axis) پر ظاہر کیا جاتا ہے۔ اسی طرح خط مستقیم میں موشن کی صورت میں سپیڈ اور ولاسٹی بھی ایک دوسرے کی جگہ استعمال کیے جاتے ہیں۔

شکل (2.18) میں دکھائے گئے گراف میں وقت کے ساتھ جسم کا طے کردہ فاصلہ صفر ہے۔ یعنی جسم ریسٹ کی حالت میں ہے۔ ایسی صورت میں فاصلہ - ٹائم گراف پر افقی خط ظاہر کرتا ہے کہ جسم کی سپیڈ صفر ہے۔

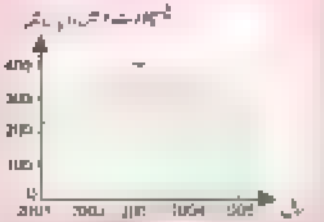
کسی جسم کی سپیڈ کونسٹنٹ ہوتی ہے اگر وہ وقت کے مساوی وقفوں میں مساوی فاصلہ طے کرتا ہے۔ ایسی صورت میں شکل (2.19) میں دکھایا گیا فاصلہ - ٹائم گراف ایک خط مستقیم ہوتا ہے۔ اس کے سلوپ سے جسم کی سپیڈ معلوم کی جاتی ہے۔ اس گراف پر دو پوائنٹس A اور B لیجیے۔

$$\text{جسم کی سپیڈ} = \text{خط AB کا سلوپ}$$

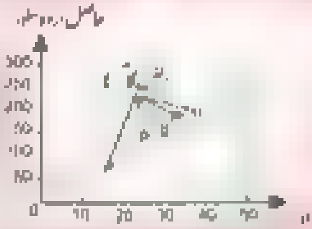
$$= \frac{\text{فاصلہ EF}}{\text{وقت CD}}$$

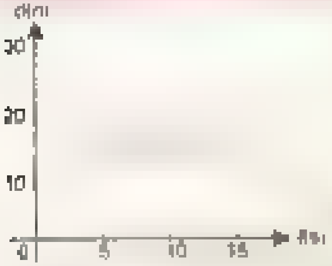
$$= \frac{20\,m}{10\,s} = 2\,ms^{-1}$$

گراف روزمرہ زندگی میں بھی استعمال ہو سکتا ہے۔ جیسے کہ ٹیلیفون کالوں کی تعداد، ... سے حاصل شدہ ... شرح وغیرہ۔

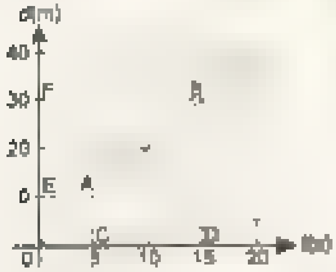



2001-2005




شکل 2.18 فاصلہ - ٹائم گراف جب جسم ساکن ہو



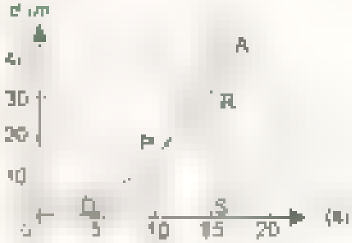

شکل 2.19 فاصلہ - ٹائم گراف کونسٹنٹ سپیڈ کو ظاہر کرتا ہے

لہٰذا گراف سے معلوم کی گئی سپیڈ $2\ ms^{-1}$ ہے۔

## ویری ایبل سپیڈ سے حرکت کرتا ہوا جسم

## (Object Moving with Variable Speed)

جب کسی جسم کی سپیڈ وقت کے ساتھ تبدیل ہوتی ہو تو وہ وقت کے مساوی وقفوں میں مساوی فاصلے طے نہیں کرتا۔ ایسی صورت میں فاصلہ - ٹائم گراف ایک خط مستقیم نہیں ہوگا۔ جیسا کہ شکل (2.20) میں دکھایا گیا ہے۔




شکل 2.20 فاصلہ - ٹائم گراف ویری ایبل سپیڈ ظاہر کرتے ہوئے

> کسی پوائنٹ پر ویری ایبل سپیڈ کا سلوپ اس پوائنٹ پر سلوپ کے ٹینجنٹ سے معلوم کیا جا سکتا ہے۔ مثال کے طور پر

$$\text{پوائنٹ P پر ٹینجنٹ کا سلوپ} = \frac{RS}{QS}$$

$$= \frac{30\ m}{10\ s} = 3\ ms^{-1}$$

یعنی پوائنٹ P پر جسم کی سپیڈ $3\ ms^{-1}$ ہے۔ جتنا سلوپ زیادہ ہوگا اتنی ہی زیادہ سپیڈ ہوگی اور جتنا سلوپ کم ہوگا اتنی ہی کم سپیڈ بھی کم ہوگی۔

### مثال 2.6

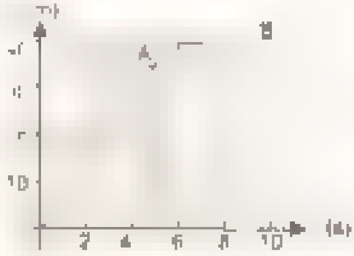
شکل (2.21) میں حرکت کرتی ہوئی کار کا فاصلہ - ٹائم گراف دکھایا گیا ہے۔ اس سے معلوم کیجیے:

(a) کار کا طے کردہ فاصلہ

(b) پہلے پانچ سیکنڈ کے دوران کار کی سپیڈ

(c) کار کی اوسط سپیڈ

(d) آخری 5 سیکنڈ کے دوران کار کی سپیڈ




شکل 2.21 مثال 2.6 کے لیے کار کا فاصلہ - ٹائم گراف

**حل**

(a) کل طے کردہ فاصلہ $= 40\ m$

(b) پہلے 5 سیکنڈ کے دوران طے کردہ فاصلہ $= 35\ m$

$$\text{سپیڈ} = \frac{35\ m}{5\ s} = 7\ ms^{-1}$$

(c)
$$\text{اوسط سپیڈ} = \frac{40\ m}{10\ s} = 4\ ms^{-1}$$

(d) آخری 5 سیکنڈ میں طے کردہ فاصلہ $= 5\ m$

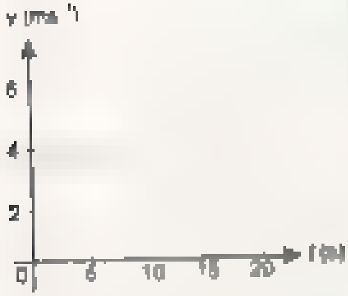
$$\text{سپیڈ} = \frac{5\ m}{5\ s} = 1\ ms^{-1}$$

## سپیڈ - ٹائم گراف (Speed-Time Graph)

سپیڈ ٹائم گراف پر وقت کو x-ایکسز پر جبکہ فاصلہ کو y-ایکسز پر لیا جاتا ہے۔

### کونسٹنٹ سپیڈ سے حرکت کرتا ہوا جسم

### (Object Moving with Constant Speed)



شکل 2.22 سپیڈ-ٹائم گراف کونسٹنٹ سپیڈ ظاہر کرتا ہے

جب کسی جسم کی سپیڈ وقت کے ساتھ کونسٹنٹ رہتی ہے تو سپیڈ-ٹائم گراف ٹائم ایکسز کے متوازی ایک افقی خط ہوتا ہے جیسے کہ شکل (2.22) میں دکھایا گیا ہے ($4 ms^{-1}$ پر ٹائم ایکسز کے متوازی خط)۔ دوسرے الفاظ میں ٹائم ایکسز کے متوازی ایک خط مستقیم جسم کی کونسٹنٹ سپیڈ کو ظاہر کرتا ہے۔

### یکساں شرح سے تبدیل ہوتی ہوئی سپیڈ سے حرکت کرتا ہوا جسم

### (Object Moving with Uniformly Changing Speed)

### (Uniform Acceleration) یونیفارم ایکسلریشن

فرض کریں کسی جسم کی سپیڈ میں یکساں شرح سے تبدیلی ہو رہی ہے۔ ایسی صورت میں سپیڈ میں تبدیلی کی شرح یکساں ہوتی ہے۔ یہی سپیڈ-ٹائم گراف ایک خط مستقیم ہوگا۔ جیسے کہ شکل (2.23) میں دکھایا گیا ہے۔ خط مستقیم کا مطلب ہے کہ جسم یکساں ایکسلریشن سے حرکت کر رہا ہے۔ اس خط کا سلوپ ایکسلریشن کی مقدار دیتا ہے۔

شکل (2.23) میں دکھائے گئے سپیڈ-ٹائم گراف سے ایکسلریشن معلوم کیجیے۔

شکل 2.23 یکساں ایکسلریشن سے حرکت کرتے ہوئے جسم کا گراف

شکل (2.23) کے گراف میں 5 سیکنڈ کے بعد پوائنٹ A پر جسم کی سپیڈ $2 ms^{-1}$ اور 10 سیکنڈ کے بعد پوائنٹ B پر جسم کی سپیڈ $4 ms^{-1}$ ہے۔

ایکسلریشن = خط AB کا سلوپ

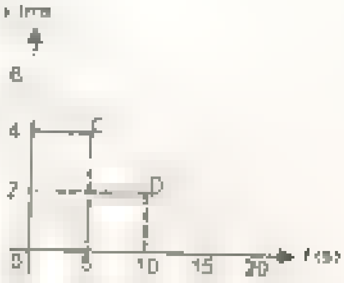
جبکہ سلوپ = وقت اور اونچائی میں تبدیلی

$$\text{ایکسلریشن} = \frac{4\,ms^{-1} - 2\,ms^{-1}}{10\,s - 5\,s}$$

$$= \frac{2\,ms^{-1}}{5\,s} = 0.4\,ms^{-2}$$

پس گراف پر جسم کا ایکسلریشن $0.4\,ms^{-2}$ ہے۔

شکل (2.24) میں دیے گئے سپیڈ-ٹائم گراف سے ایکسلریشن معلوم کریں۔




شکل 2.24

گراف سے ظاہر ہے کہ وقت کے ساتھ جسم کی سپیڈ کم ہو رہی ہے۔ 5 سیکنڈ کے بعد جسم کی سپیڈ $4\ ms^{-1}$ ہے جبکہ 10 سیکنڈ کے بعد $2\ ms^{-1}$ رہ جاتی ہے۔

$$\text{ایکسلریشن} = \text{خط CD کا سلوپ}$$

$$= \frac{2\ ms^{-1} - 4\ ms^{-1}}{10\ s - 5\ s}$$

$$= -\frac{2\ ms^{-1}}{5\ s} = -0.4\ ms^{-2}$$

شکل (2.24) میں دیے گئے سپیڈ-ٹائم گراف کا سلوپ منفی ہے۔ یعنی جسم

کا ڈی ایکسلریشن $0.4\ ms^{-2}$ ہے۔

## متحرک جسم کا طے کردہ فاصلہ

کسی جسم کا طے کردہ فاصلہ اس کے سپیڈ-ٹائم گراف کے نیچے والے رقبہ کے برابر ہوتا ہے۔ یونیفارم موشن کی صورت میں یہ رقبہ کسی شکل کا ہوتا ہے جسے مناسب فارمولوں سے معلوم کیا جا سکتا ہے۔

**مثال 2.9**

ایک کار خط مستقیم میں حرکت کر رہی ہے۔ اس کی موشن کا سپیڈ-ٹائم گراف شکل (2.25) میں دکھایا گیا ہے۔ گراف سے معلوم کیجیے

(a) پہلے 10 سیکنڈ کے دوران ایکسلریشن

(b) آخری 2 سیکنڈ کے دوران ڈی ایکسلریشن

(c) کل طے کردہ فاصلہ

(d) سفر کے دوران کار کی اوسط سپیڈ

شکل 2.25 کار کی 30 سیکنڈ کے دوران سپیڈ-ٹائم گراف

(a)

$$\text{پہلے 10 سیکنڈ کے دوران ایکسلریشن} = \frac{\text{ولاسٹی میں تبدیلی}}{\text{وقت}}$$

$$= \frac{16\ ms^{-1} - 0\ ms^{-1}}{10\ s}$$

$$= 1.6\ ms^{-2}$$

(b)

$$\text{آخری 2 سیکنڈ کے دوران ایکسلریشن} = \frac{0\ ms^{-1} - 16\ ms^{-1}}{2\ s}$$

$$= -8\ ms^{-2}$$

(c)

$$\text{کل طے کردہ فاصلہ} = \text{ولاسٹی-ٹائم گراف کے نیچے رقبہ (OABC کا رقبہ)}$$

$$= \frac{1}{2}(\text{متوازی اضلاع کا مجموعہ}) \times (\text{چوڑائی})$$

$$= \frac{1}{2}(18\ s + 30\ s) \times (16\ ms^{-1})$$

$$= \frac{1}{2}(48\ s) \times (16\ ms^{-1})$$

$$= 384\ m$$

(d)

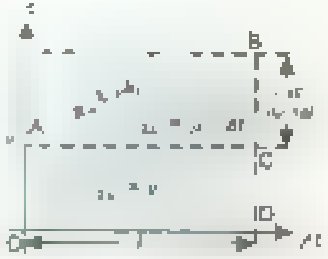
$$\text{اوسط سپیڈ} = \frac{\text{کل طے کردہ فاصلہ}}{\text{وقت}}$$

$$= \frac{384\ m}{30\ s} = 12.8\ ms^{-1}$$

یونیفارم ایکسلریشن سے حرکت کرتے ہوئے جسم کے لیے تین مساواتیں حرکت کی مساواتیں ہیں۔ یہ مساواتیں کسی متحرک جسم کی ابتدائی ولاسٹی، آخری ولاسٹی، ایکسلریشن، وقت اور طے کردہ فاصلہ سے متعلق ہیں۔ حرکت کی ان مساواتوں کو آسانی سے اخذ کرنے کے لیے ہم فرض کرتے ہیں کہ جسم خط مستقیم میں حرکت کر رہا ہے۔ اس لیے ہم صرف ڈسپلیسمنٹ، ولاسٹی اور ایکسلریشن کی مقداروں کو ہی شامل کرتے ہیں۔

فرض کریں کہ یونیفارم ایکسلریشن a سے خط مستقیم میں حرکت کرتے ہوئے

کسی جسم کی ابتدائی ولاسٹی $v_i$ سے t وقت کے بعد اس کی ولاسٹی $v_f$ ہو جاتی ہے۔ اسے شکل (2.26) میں گراف پر خط AB سے دکھایا گیا ہے۔ خط AB کا سلوپ ایکسلریشن a کے مساوی ہے۔ جسم کے کل طے کردہ فاصلہ کو خط AB کے نیچے شیڈڈ ایریا (shadded area) سے دکھایا گیا ہے۔ اس گراف سے حرکت کی مساواتیں آسانی سے حاصل کی جا سکتی ہیں۔



شکل 2.26 ولاسٹی ٹائم گراف۔ خط AB کا سلوپ ... جسم کے طے کردہ فاصلہ ...

## حرکت کی پہلی مساوات

جسم کی حرکت سے متعلق ولاسٹی ٹائم گراف شکل (2.28) میں دی گئی ہیں۔ خط AB کا سلوپ ایکسلریشن a ظاہر کرتا ہے

$$\text{خط AB کا سلوپ} = a = \frac{BC}{AC} = \frac{BD - CD}{OD}$$

چونکہ BD = $v_f$ , CD = $v_i$ and OD = $t$

اس لیے $a = \frac{v_f - v_i}{t}$

یا $v_f - v_i = at$ ... ... ... ... (2.4)

یا $v_f = v_i + at$ ... ... ... (2.5)

## حرکت کی دوسری مساوات

شکل (2.28) میں دکھائے گئے ولاسٹی ٹائم گراف میں جسم کا کل طے کردہ فاصلہ خط AB کے نیچے ایریا OABD کے برابر ہے۔

کل فاصلہ S = مستطیل OACD کا ایریا + مثلث ABC کا ایریا

مستطیل OACD کا ایریا = OA × OD
$= v_i \times t$

مثلث ABC کا ایریا $= \frac{1}{2}(AC \times BC)$
$= \frac{1}{2} t \times at$

چونکہ

OABD کا کل ایریا = مستطیل OACD کا ایریا + مثلث ABC کا ایریا

قیمتیں درج کرنے پر

$$S = v_i t + \frac{1}{2} t \times at$$

$$S = v_i t + \frac{1}{2} at^2 \quad \text{... ... ...} \quad (2.6)$$

## حرکت کی تیسری مساوات

شکل (2.26) میں ولاسٹی ٹائم گراف میں جسم کا طے کردہ فاصلہ
گراف AB کے نیچے کے کل ایریا کے مساوی ہے

$$\text{OABD کا ایریا} \quad S = \frac{OA + BD}{2} \times OD$$

$$\text{یا} \quad 2S = (OA + BD) \times OD$$

$$\frac{BC}{OD} = a \qquad \text{دونوں طرف } \frac{BC}{OD} \text{ سے ضرب دینے پر}$$

$$2S \times \frac{BC}{OD} = (OA + BD) \times OD \times \frac{BC}{OD}$$

$$\text{یا} \quad 2S \times \frac{BC}{OD} = (OA + BD) \times BC \qquad \ldots (2.7)$$

مساوات (2.7) میں قیمتیں درج کرنے پر

$$2S \times a = (v_f + v_i) \times (v_f - v_i)$$

$$\text{یا} \quad 2aS = v_f^2 - v_i^2 \qquad \ldots\ldots (2.8)$$

### مثال 2.10

ایک کار $2\ ms^{-2}$ کے یکساں اسراع سے چلتے ہوئے ... $10\ ms^{-1}$ کی
ولاسٹی حاصل کر لیتی ہے۔ 5 سیکنڈ کے بعد اس کی ولاسٹی کیا ہوگی؟

حل

$$v_i = 10\ ms^{-1}$$

$$a = 2\ ms^{-2}$$

$$t = 5\ s$$

$$v_f = ?$$

حرکت کی پہلی مساوات کی مدد سے

$$v_f = v_i + at$$

$$v_f = 10\ ms^{-1} + 2\ ms^{-2} \times 5\ s$$

$$v_f = 20\ ms^{-1}$$

پس 5 سیکنڈ کے بعد کار کی ولاسٹی $20\ ms^{-1}$ ہوگی۔

**مثال 2.11**

80 کلومیٹر فی گھنٹہ سے چلنے والی ٹرین کی سپیڈ $2\ ms^{-2}$ کے یونیفارم ریٹارڈیشن سے کم ہوتی ہے۔ ٹرین 20 کلومیٹر فی گھنٹہ کی سپیڈ حاصل کرنے میں کتنا وقت لے گی؟

حل

$$v_i = 80\ kmh^{-1}$$
$$= \frac{80 \times 1000\ m}{60 \times 60\ s}$$
$$= 22.2\ ms^{-1}$$
$$v_f = 20\ kmh^{-1}$$
$$= \frac{20 \times 1000\ m}{60 \times 60\ s}$$
$$= 5.6\ ms^{-1}$$
$$a = -2\ ms^{-2}$$
$$t = ?$$

حرکت کی پہلی مساوات کے مطابق

$$t = \frac{v_f - v_i}{a}$$
$$= \frac{5.6\ ms^{-1} - 22.2\ ms^{-1}}{-2\ ms^{-2}}$$
$$t = 8.3\ s$$

یعنی 20 کلومیٹر فی گھنٹہ کی سپیڈ حاصل کرنے کے لیے ٹرین 8.3 سیکنڈ کا وقت لے گی۔

**مثال 2.12**

ایک بائیسکل کی ابتدائی سپیڈ $4\ ms^{-1}$ ہے۔ اس کی سپیڈ میں 10 سیکنڈ تک $1\ ms^{-2}$ کے ایکسلریشن سے اضافہ ہوتا ہے۔ اس دوران میں اس کا طے کردہ فاصلہ معلوم کیجیے۔

حل

$$v_i = 4\ ms^{-1}$$
$$a = 1\ ms^{-2}$$
$$t = 10\ s$$
$$S = ?$$

حرکت کی دوسری مساوات کی مدد سے

$$S = v_i t + \frac{1}{2} a t^2$$

---

- $ms^{-1}$ کو $kmh^{-1}$ میں تبدیل کرنا

$$1\ ms^{-1} = 0.001\ km \times 3600\ h^{-1}$$
$$= 3.6\ kmh^{-1}$$

یعنی $ms^{-1}$ میں دی گئی ویلیو کو 3.6 سے ضرب دیں تاکہ اس کو $kmh^{-1}$ میں تبدیل کیا جا سکے۔

$$20\ ms^{-1} = 20 \times 3.6\ kmh^{-1}$$
$$= 72\ kmh^{-1}$$

- $kmh^{-1}$ کو $ms^{-1}$ میں تبدیل کرنا

$$1\ kmh^{-1} = \frac{1000\ m}{60 \times 60\ s} = \frac{10}{36}\ ms^{-1}$$

یعنی $kmh^{-1}$ میں دی گئی ویلیو کو $\frac{10}{36}$ سے ضرب دیں تاکہ اسے $ms^{-1}$ میں تبدیل کیا جا سکے۔

$$50\ kmh^{-1} = 50 \times \frac{10}{36}\ ms^{-1}$$
$$= 13.88\ ms^{-1}$$

- $ms^{-2}$ کو $kmh^{-2}$ میں تبدیل کرنا

$ms^{-2}$ میں دی گئی ویلیو کو $(3600 \times 3600)/1000 = 12960$ سے ضرب دیں تاکہ اس کو $kmh^{-2}$ میں تبدیل کیا جا سکے۔

- $kmh^{-2}$ کو $ms^{-2}$ میں تبدیل کرنا

$kmh^{-2}$ میں دی گئی ویلیو کو 12960 سے تقسیم کریں تاکہ اسے $ms^{-2}$ میں تبدیل کیا جا سکے۔

$$S = 4\ \text{ms}^{-1} \times 10\ \text{s} + \frac{1}{2} \times 1\ \text{ms}^{-2} \times (10\ \text{s})^2$$

$$S = 40\ \text{m} + 50\ \text{m} = 90\ \text{m}$$

پس بائیسکل 10 سیکنڈ میں 90 میٹر کا فاصلہ طے کرے گی

### مثال 2.13

ایک کار $5\ \text{ms}^{-1}$ کی سپیڈ سے سیدھی سڑک پر حرکت کر رہی ہے۔ اس کی ولاسٹی 50 میٹر تک یونیفارم ایکسلریشن سے حرکت کرتے ہوئے $15\ \text{ms}^{-1}$ ہو جاتی ہے۔ اس سفر کے دوران کار کا ایکسلریشن اور فاصلہ طے کرنے کا وقت معلوم کیجیے۔

**حل**

$$v_i = 5\ \text{ms}^{-1}$$
$$S = 50\ \text{m}$$
$$v_f = 15\ \text{ms}^{-1}$$
$$a = ?$$
$$t = ?$$

حرکت کی تیسری مساوات کی مدد سے

$$2aS = v_f^2 - v_i^2$$

$$2a \times 50\ \text{m} = (15\ \text{ms}^{-1})^2 - (5\ \text{ms}^{-1})^2$$

$$(100\ \text{m})\, a = (225 - 25)\ \text{m}^2\text{s}^{-2}$$

$$a = \frac{200\ \text{m}^2\text{s}^{-2}}{100\ \text{m}}$$

یا $$a = 2\ \text{ms}^{-2}$$

حرکت کی پہلی مساوات کی مدد سے

$$v_f = v_i + at$$

$$15\ \text{ms}^{-1} = 5\ \text{ms}^{-1} + 2\ \text{ms}^{-2} \times t$$

$$15\ \text{ms}^{-1} - 5\ \text{ms}^{-1} = 2\ \text{ms}^{-2} \times t$$

یا $$2\ \text{ms}^{-2} \times t = 10\ \text{ms}^{-1}$$

یا $$t = \frac{10\ \text{ms}^{-1}}{2\ \text{ms}^{-2}}$$

$$= 5\ \text{s}$$

پس کار کا ایکسلریشن $2\ \text{ms}^{-2}$ اور اس کے $50\ \text{m}$ کا سفر طے کرنے کا وقت 5 سیکنڈ ہے۔

## 2. آزادانہ گرتے ہوئے اجسام کی حرکت

## Motion of Freely Falling Bodies

شکل 2.27 پیسا کا مینار

کسی بلندی سے ایک پتھر گرایئے اور اس کی حرکت کا مشاہدہ کیجئے۔ جیسے جیسے یہ جسم زمین کے قریب آتا ہے کیا اس کی ولاسٹی بڑھتی ہے یا کم ہوتی ہے۔ یا اس میں کوئی تبدیلی واقع نہیں ہوتی؟

گلیلیو (Galileo) پہلا سائنسدان تھا جس نے اس امر کی نشاندہی کی کہ آزادانہ گرتے ہوئے اجسام کے ایکسلریشن کی قیمت یکساں ہوتی ہے اور اجسام کے ماس پر منحصر نہیں ہوتی۔ اس نے پیسا (Pisa) کے جھکے ہوئے مینار (leaning tower) سے مختلف ماس کے اجسام کو ایک ساتھ گرا کر مشاہدہ کیا کہ تمام اجسام زمین پر ایک ساتھ ہی پہنچتے ہیں۔ آزادانہ گرتے ہوئے اجسام کے ایکسلریشن کو گریویٹیشنل ایکسلریشن کہتے ہیں۔ اسے g سے ظاہر کرتے ہیں۔ زمین کی سطح پر اس کی قیمت تقریباً $10 ms^{-2}$ ہے۔ آزادانہ نیچے گرتے ہوئے اجسام کے g کی قیمت پازیٹو ہوتی ہے جبکہ اوپر کی جانب عموداً حرکت کرتے اجسام کے g کی قیمت نیگیٹو ہوتی ہے۔

مثال

ایک مینار کی چوٹی سے ایک پتھر کا ٹکڑا گرایا گیا ہے۔ اسے زمین تک پہنچنے میں 5 سیکنڈ لگتے ہیں۔ معلوم کیجئے

(a) مینار کی بلندی

(b) ولاسٹی جس سے پتھر کا ٹکڑا زمین سے ٹکرائے گا۔

حل

ابتدائی ولاسٹی $v_i = 0$

گریویٹیشنل ایکسلریشن $g = 10 ms^{-2}$

$t = 5 s$

$S = h = ?$

$v_f = ?$

(a) حرکت کی دوسری مساوات کی مدد سے

$$h = v_i t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$h = 0 \times 5 s + \frac{1}{2} \times 10 ms^{-2} \times (5 s)^2$$

$$h = 0 + 125 m$$

$$h = 125 m$$

$$v_f = v_i + gt$$

$$h = v_i t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$2gh = v_f^2 - v_i^2$$

(b) حرکت کی تیسری مساوات کی مدد سے

$$v_f^2 - v_i^2 = 2gh$$

$$v_f^2 - (0)^2 = 2 \times 10\ ms^{-2} \times 125\ m$$

$$v_f^2 = 2500\ m^2s^{-2}$$

$$v_f = 50\ ms^{-1}$$

پس مینار کی بلندی 125m ہے۔ اور زمین سے ٹکراتے وقت پتھر کے ٹکڑے کی ولاسٹی $50\ ms^{-1}$ ہوگی۔

## مثال 2.15

ایک لڑکا ایک گیند کو عموداً اوپر کی طرف پھینکتا ہے۔ گیند کو زمین پر واپس آنے میں 5 سیکنڈ لگتے ہیں۔ معلوم کیجیے

(a) زیادہ سے زیادہ بلندی جہاں تک گیند جائے گی۔

(b) گیند کو کس ولاسٹی سے اوپر کی جانب پھینکا گیا ہے۔

حل

ابتدائی ولاسٹی $v_i = ?$

گریویٹیشنل ایکسلریشن $g = -10\ ms^{-2}$

کل وقت $t_o = 5\ s$

بلند ترین مقام پر گیند کی ولاسٹی $v_f = 0$

$S = h = ?$

کیونکہ گیند کی حرکت پر گریویٹیشنل ایکسلریشن عمل کرتا ہے اس لیے گیند کے اوپر جانے اور نیچے آنے کا وقت برابر ہوگا۔ یعنی

$$t = \frac{1}{2} t_o$$

(a)
$$t = \frac{1}{2} \times 5\ s = 2.5\ s$$

حرکت کی پہلی مساوات کی مدد سے

$$v_f = v_i + gt$$

$$0 = v_i - 10\ ms^{-2} \times 2.5\ s$$

$$= v_i - 25\ ms^{-1}$$

$$v_i = 25\ ms^{-1}$$

(b) حرکت کی دوسری مساوات کی مدد سے

$$h = v_i t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$h = 25\ ms^{-1} \times 2.5\ s + \frac{1}{2}(-10\ ms^{-2}) \times (2.5\ s)^2$$

$$h = 62.5\ m - 31.25\ m = 31.25\ m$$

پس گیند $25\ ms^{-1}$ کی ولاسٹی سے اوپر پھینکی گئی ہے۔ اور یہ 31.25 m کی بلندی تک جاتی ہے۔

- ایک جسم ریسٹ کی حالت میں کہلاتا ہے اگر وہ گردونواح کے لحاظ سے اس کی پوزیشن میں کوئی تبدیلی واقع نہ ہو۔
- ایک جسم موشن کی حالت میں کہلاتا ہے اگر وہ گردونواح کے لحاظ سے اس کی پوزیشن میں تبدیلی واقع ہو رہی ہو۔
- کسی جسم کی ریسٹ یا موشن کی حالت ایک ریلیٹو (relative) کیفیت ہوتی ہے۔ ریسٹ یا موشن کبھی حقیقی نہیں ہوتے۔
- حرکت کی تین اقسام ہیں۔ ٹرانسلیٹری موشن، روٹیٹری موشن اور وائبریٹری موشن۔
  - وہ موشن جس میں جسم کسی گردش کے بغیر حرکت کرتا ہے ٹرانسلیٹری موشن کہلاتی ہے۔
  - موشن کی وہ قسم جس میں جسم اپنے ایکسز کے گرد گھومتا ہے روٹیٹری موشن کہلاتی ہے۔
  - وہ موشن جس میں ایک جسم اپنی اوسط پوزیشن کے آگے پیچھے حرکت کرتا ہے وائبریٹری موشن کہلاتی ہے۔
- وہ طبیعی مقداریں جن کو ان کی مقدار سے مکمل طور پر بیان کیا جا سکے، سکیلر مقداریں کہلاتی ہیں۔
- وہ طبیعی مقداریں جن کو مکمل طور پر بیان کرنے کے لیے ان کی مقدار کے ساتھ سمت بھی درکار ہو، ویکٹر مقداریں کہلاتی ہیں۔
- کسی جگہ یا پوائنٹ کا کسی مخصوص مقام یا جگہ سے فاصلہ اور سمت اس جگہ کی پوزیشن کہلاتی ہے۔
- دو پوائنٹس کے درمیان راستے کی لمبائی ان کے درمیان فاصلہ کہلاتی ہے۔
- دو پوائنٹس کے درمیان کم سے کم فاصلہ ڈسپلیسمنٹ کہلاتا ہے۔
- کسی جسم کا اکائی وقت میں طے کردہ فاصلہ سپیڈ کہلاتا ہے۔
- اگر سپیڈ تبدیل نہ ہو رہی ہو تو اسے یونیفارم سپیڈ کہتے ہیں۔
- کل طے شدہ فاصلہ اور کل وقت کی نسبت کو اوسط سپیڈ کہتے ہیں۔
- کسی جسم کی وقت کے لحاظ سے اس کی ڈسپلیسمنٹ میں تبدیلی کی شرح کو ولاسٹی کہتے ہیں۔
- کل ڈسپلیسمنٹ اور کل وقت کی نسبت کو اوسط ولاسٹی کہتے ہیں۔
- کسی جسم کا طے کردہ ڈسپلیسمنٹ وقت کے مساوی وقفوں میں برابر ہو تو اس کی ولاسٹی یونیفارم ہوتی ہے، خواہ وقت کے یہ وقفے کتنے ہی مختصر کیوں نہ ہوں۔
- ولاسٹی میں تبدیلی کی شرح کو ایکسلریشن کہتے ہیں۔
- کسی جسم کی ایکسلریشن یونیفارم ہوگی اگر وقت کے مساوی وقفوں میں اس کی ولاسٹی میں یونیفارم تبدیلی ہو رہی ہو، خواہ وقت کے یہ وقفے کتنے ہی مختصر کیوں نہ ہوں۔
- مختلف مقداروں کے باہمی تعلق کو تصویری طریقے سے ظاہر کرنے کے لیے گراف استعمال ہوتا ہے۔
- فاصلہ - ٹائم گراف کے سلوپ سے کارآمد معلومات حاصل ہوتی ہیں۔ مثلاً

(a) جس سے حاصل شدہ خط کا سلوپ ولاسٹی کی مقدار کو ظاہر کرتا ہے۔

(b) اس خط کے نیچے کا ایریا کل طے کردہ فاصلہ کو ظاہر کرتا ہے۔

- یونیفارم ایکسلریشن کی صورت میں حرکت کی مساوات
  - $v_f = v_i + at$
  - $S = v_i t + \frac{1}{2}at^2$
  - $2aS = v_f^2 - v_i^2$

- اگر کسی جسم کو کسی بلندی سے گرایا جائے تو وہ جس ایکسلریشن سے نیچے آتا ہے، اسے گریوی ٹیشنل ایکسلریشن کہتے ہیں۔ اسے g سے ظاہر کرتے ہیں۔ زمین کی سطح کے قریب g کی قیمت تقریباً $10\,ms^{-2}$ ہے۔

**21** دیے گئے ممکنہ جوابات میں سے درست جواب کے گرد دائرہ لگائیے۔

(i) کسی جسم کی موشن ٹرانسلیٹری ہوتی ہے اگر وہ حرکت کرتا ہے۔
(a) خط مستقیم میں (b) دائرہ میں
(c) گھومے بغیر (d) خم دار راستے پر

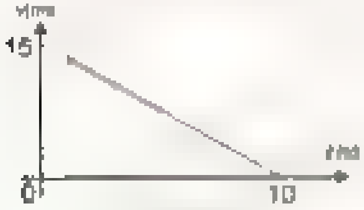
(ii) پنکھے کے پروں کی موشن ہوتی ہے۔
(a) سرکلر موشن (b) روٹیشنل موشن
(c) وائبریٹری موشن (d) رینڈم موشن

(iii) مندرجہ ذیل میں سے کون سی مقدار ویکٹر ہے؟
(a) سپیڈ (b) فاصلہ
(c) ڈسپلیسمنٹ (d) پاور

(iv) اگر ایک جسم کانسٹنٹ سپیڈ سے حرکت کرتا ہے تو اس کی موشن کا فاصلہ ٹائم گراف ایک خط مستقیم ہوگا جو
(a) ٹائم محور کی سمت میں ہے
(b) فاصلے کے محور کی سمت میں ہے
(c) ٹائم محور کے متوازی ہے
(d) ٹائم محور پر ترچھا ہے

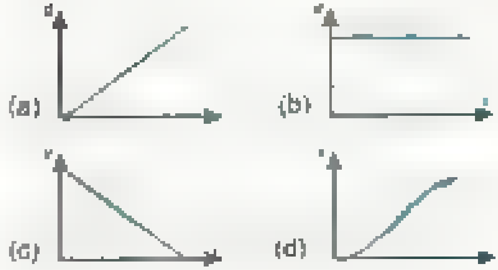
(v) فاصلہ ٹائم گراف پر ٹائم محور کے متوازی خط مستقیم ظاہر کرتا ہے کہ جسم
(a) کانسٹنٹ سپیڈ سے حرکت کر رہا ہے
(b) ریسٹ میں ہے
(c) ویری ایبل سپیڈ سے حرکت کر رہا ہے
(d) موشن میں ہے

(v) ایک کار کا سپیڈ ٹائم گراف شکل میں دکھایا گیا ہے۔ مندرجہ ذیل میں سے کون سا بیان درست ہے؟
(a) کار کا ایکسلریشن $1.5\,ms^{-2}$ ہے
(b) کار کی کانسٹنٹ سپیڈ $7.5\,ms^{-1}$ ہے
(c) کار کا طے کردہ فاصلہ 75 m ہے
(d) کار کی اوسط سپیڈ $16\,ms^{-1}$ ہے



سپیڈ ٹائم گراف (vi)

(vii) مندرجہ ذیل میں سے کون سا گراف یونیفارم ایکسلریشن کو ظاہر کرتا ہے۔



(viii) کسی متحرک جسم کے ڈس پلیسمنٹ کو وقت پر تقسیم کرنے سے حاصل ہوتا ہے۔

(a) سپیڈ (b) ایکسلریشن

(c) ولاسٹی (d) ڈی سلریشن

(ix) ایک گیند کو عموداً اوپر کی طرف پھینکا گیا ہے۔ بلند ترین مقام پر اس کی سپیڈ ہوگی۔

(a) $-10\ ms^{-1}$ (b) صفر

(c) $10\ ms^{-2}$ (d) ان میں سے کوئی نہیں

(x) پوزیشن میں تبدیلی کہلاتی ہے۔

(a) سپیڈ (b) ولاسٹی

(c) ڈس پلیسمنٹ (d) فاصلہ

(xi) ایک ٹرین $36\ kmh^{-1}$ کی سپیڈ سے حرکت کر رہی ہے۔ $ms^{-1}$ میں اس کی سپیڈ ہوگی۔

(a) $10\ ms^{-1}$ (b) $20\ ms^{-1}$

(c) $25\ ms^{-1}$ (d) $30\ ms^{-1}$

(xii) ایک کار ریسٹ کی حالت سے حرکت کرنا شروع کرتی ہے۔ 20 سیکنڈ کے بعد اس کی سپیڈ $25\ ms^{-1}$ ہو جاتی ہے۔ اس وقت کے دوران کار کا طے کردہ فاصلہ ہوگا۔

(a) 31.25 m (b) 250 m

(c) 500 m (d) 5000 m

2.2 ٹرانسلیٹری موشن کی مختلف اقسام کی مثالیں دے کر وضاحت کیجیے۔

2.3 مندرجہ ذیل میں فرق بیان کیجیے۔

(i) ریسٹ اور موشن

(ii) سرکلر موشن اور روٹیٹری موشن

(iii) فاصلہ اور ڈس پلیسمنٹ

(iv) سپیڈ اور ولاسٹی

(v) لینیئر موشن اور رینڈم موشن

(vi) سکیلرز اور ویکٹرز

2.4 سپیڈ، ولاسٹی اور ایکسلریشن کی تعریف کیجیے۔

2.5 کیا یونیفارم سپیڈ سے حرکت کرنے والے جسم میں ایکسلریشن ہو سکتا ہے؟

2.6 میری گو راؤنڈ میں جھولا جھولنے والوں کی موشن سرکلر کیوں ہوتی ہے؟ روٹیٹری کیوں نہیں ہوتی؟

2.7 ریسٹ کی حالت سے حرکت میں آنے والے جسم کا فاصلہ-ٹائم گراف بنائیے۔ اس گراف سے آپ جسم کی سپیڈ کیسے معلوم کریں گے؟

2.8 یونیفارم سپیڈ سے حرکت کرنے والے جسم کے سپیڈ-ٹائم گراف کی کیا شکل ہوگی؟

2.9 مندرجہ ذیل میں سے کون سی مقداریں سپیڈ-ٹائم گراف سے حاصل کی جا سکتی ہیں؟

(i) ابتدائی سپیڈ (ii) آخری سپیڈ

(iii) وقت میں طے کردہ فاصلہ (iv) موشن کا ایکسلریشن

2.10 ویکٹر مقداروں کو گرافیکلی کیسے ظاہر کیا جا سکتا ہے؟

2.11 ویکٹر مقداروں کی جمع اور تفریق سکیلر مقداروں کی طرح کیوں نہیں ہوتی؟

2.12 روزمرہ زندگی میں ویکٹر مقداروں کی اہمیت بیان کیجیے۔

2.13 موشن کی مساواتیں اخذ کیجیے۔

2.14 کسی جسم کی موشن کا ولاسٹی ٹائم گراف بنائیں۔ مختلف مراحل کی وضاحت کرتے ہوئے اس گراف سے جسم کا کل طے کردہ فاصلہ معلوم کیجیے۔

2.1 ایک ٹرین $36\ kmh^{-1}$ کی یونیفارم ولاسٹی سے 10 سیکنڈ تک چلتی رہتی ہے۔ اس کا طے کردہ فاصلہ معلوم کیجیے۔
(100 m)

2.2 ایک ٹرین ریسٹ کی حالت سے چلنا شروع کرتی ہے۔ یہ یونیفارم ایکسلریشن کے ساتھ 100 سیکنڈ میں ایک کلومیٹر کا فاصلہ طے کرتی ہے۔ 100 سیکنڈ مکمل ہونے پر ٹرین کی سپیڈ کیا ہوگی؟
$(20\ ms^{-1})$

2.3 ایک کار کی ولاسٹی $10\ ms^{-1}$ ہے۔ یہ آدھے منٹ تک $0.2\ ms^{-2}$ کے ایکسلریشن سے چلتے ہوئے کتنا فاصلہ طے کرے گی؟ نیز اس کی آخری ولاسٹی بھی معلوم کیجیے۔
$(390\ m, 16\ ms^{-1})$

2.4 ایک ٹینس کی بال کو $30\ ms^{-1}$ کی سپیڈ سے عموداً اوپر کی طرف ہٹ لگائی گئی۔ بلند ترین مقام تک پہنچنے میں اس کو 3 s لگے۔ گیند زیادہ سے زیادہ کتنی بلندی تک جائے گی؟ گیند کو زمین پر واپس آنے میں کتنا وقت لگے گا؟
(45 m, 6 s)

2.5 ایک کار 5 سیکنڈ تک $40\ ms^{-1}$ کی یونیفارم ولاسٹی سے چلتی رہتی ہے۔ یہ اگلے 10 سیکنڈ میں یونیفارم ڈی سلریشن کے ساتھ چلتے ہوئے رک جاتی ہے۔
معلوم کیجیے:
(i) کار کی ڈی سلریشن
(ii) کار کا کل طے کردہ فاصلہ
$(-4\ ms^{-2}, 400\ m)$

2.6 ایک ٹرین ریسٹ کی حالت سے $0.5\ ms^{-2}$ کے ایکسلریشن کے ساتھ چلنا شروع کرتی ہے۔ 100 میٹر کا فاصلہ طے کرنے کے بعد ٹرین کی سپیڈ $kmh^{-1}$ میں کیا ہوگی؟
$(36\ kmh^{-1})$

2.7 ایک ٹرین ریسٹ کی حالت سے یونیفارم ایکسلریشن کے ساتھ حرکت کرتے ہوئے 2 منٹ میں $48\ kmh^{-1}$ کی سپیڈ حاصل کر لیتی ہے۔ وہ اسی سپیڈ کے ساتھ 5 منٹ تک چلتی رہتی ہے۔ آخر کار وہ یونیفارم ریٹارڈیشن کے ساتھ چلتے ہوئے 3 منٹ بعد رک جاتی ہے۔ ٹرین کا کل طے کردہ فاصلہ معلوم کریں۔
(6000 m)

2.8 ایک کرکٹ بال کو عموداً اوپر کی طرف ہٹ لگائی گئی ہے۔ وہ 6 سیکنڈ کے بعد زمین پر واپس آتی ہے۔ معلوم کیجیے (i) بال کی زیادہ سے زیادہ بلندی (ii) بال کی ابتدائی ولاسٹی
$(45\ m, 30\ ms^{-1})$

2.9 جب بریک لگائے جاتے ہیں تو ٹرین کی سپیڈ $96\ kmh^{-1}$ سے کم ہو کر 800 m کا فاصلہ طے کرنے کے دوران $48\ kmh^{-1}$ ہو جاتی ہے۔ ریسٹ کی حالت تک پہنچنے سے پہلے ٹرین مزید کتنا فاصلہ طے کرے گی؟
(266.66 m)

2.10 مندرجہ بالا مشقی سوال (2.9) میں بریک لگانے کے بعد ٹرین کے رکنے کا وقت معلوم کریں۔
(80 s)

# یونٹ 3

# ڈائنامکس
# (Dynamics)

اس یونٹ کے مطالعہ کے بعد طلبا اس قابل ہو جائیں گے کہ

- مومینٹم، فورس، اینرشیا، فرکشن اور سینٹری پیٹل فورس کی تعریف کر سکیں۔
- نیوٹن کی مساوات کو استعمال کر کے متعلق سوالات حل کر سکیں۔

$$\text{فورس} = \frac{\text{مومینٹم میں تبدیلی}}{\text{وقت}}$$

- روزمرہ زندگی کی مثالوں سے فورس کے تصور کی وضاحت کر سکیں۔
- نیوٹن کے موشن کے قوانین بیان کر سکیں۔
- ماس اور ویٹ میں فرق کر سکیں اور $F = ma$ اور $w = mg$ کی مدد سے متعلق سوالات حل کر سکیں۔
- نیوٹن کے دوسرے قانون کی مدد سے پُلی پر سے گزرتی ہوئی ڈوری کے سروں سے منسلک دو اجسام کی موشن کے دوران ڈوری میں ٹینشن اور ایکسلریشن معلوم کر سکیں۔
- مومینٹم کے کنزرویشن کا قانون بیان کر سکیں۔
- دو اجسام کے ٹکراؤ میں مومینٹم کے کنزرویشن کا قانون استعمال کر سکیں۔
- مومینٹم کے کنزرویشن کے قانون کی مدد سے دو اجسام میں ٹکراؤ کے بعد ان کی ولاسٹی معلوم کر سکیں۔
- ٹائروں کی سطح، سڑک کی حالت، اسکڈنگ اور بریکنگ فورس کے حوالے سے گاڑیوں کی حرکت پر فرکشن کے اثرات کی وضاحت کر سکیں۔
- بتا سکیں کہ رولنگ فرکشن سلائیڈنگ فرکشن کے مقابلہ میں بہت کم ہوتی ہے۔
- فرکشن کو کم کرنے کے مختلف طریقوں کی فہرست تیار کر سکیں۔

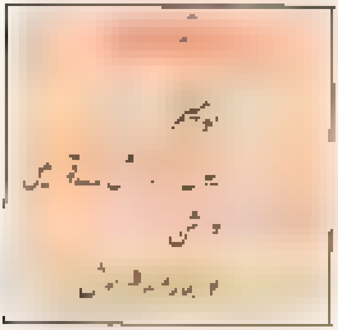
**تصوراتی تعلق**

اس یونٹ کی بنیاد ہے

فورسز اور موشن سائنس-IV

یہ یونٹ رہنمائی کرتا ہے

موشن اور فورس فزکس-XI



- واضح کر سکیں کہ ایک خمیدہ راستے (curved path) پر کسی جسم کی موشن اس پر عمل کرنے والی ایک عمودی فورس کی وجہ سے ہوتی ہے جو موشن کی سمت تبدیل کرتی ہے لیکن اس کی سپیڈ نہیں۔
- $F = mv^2/r$ کی مدد سے دائرے میں حرکت کرنے والے جسم پر عمل کرنے والی سینٹری پیٹل فورس معلوم کر سکیں۔
- بیان کر سکیں کہ کیا ہوگا اگر آپ بس میں سوار ہوں اور بس
  - (i) اچانک چل پڑے
  - (ii) اچانک رک جائے
  - (iii) اچانک بائیں طرف مڑ جائے
- کہانی لکھ سکیں ایک ایسے خواب کی جو ہر طرح کی فورس کے اچانک غائب ہونے سے رونما ہونے والے واقعات سے متعلق ہو۔ کیا یہ ایک خوفناک خواب نہیں ہوگا؟

- کسی ریل کار کی مختلف سلوپ (slope) والی سطحوں پر مختلف اونچائی سے حرکت کرتے ہوئے ٹکرانے پر بیلنس کی مدد سے ماس اور موشن کے درمیان تعلق کی نشاندہی کر سکیں۔

- اس اصول کی نشاندہی کر سکیں جس پر اشیا اور گاڑیوں کی موشن کا انحصار ہے (مثلاً ایک تیر کی کشتی کی موشن کا تجزیہ کر سکیں)
- حفاظتی آلات (مثلاً گاڑی کی ... کرمپل زون (crumple zone) اور سیٹ بیلٹس (seatbelts) کے استعمال سے مومینٹم میں ہونے والی کمی کی نشاندہی کر سکیں۔
- عملی زندگی میں فرکشن کے فوائد و نقصانات کے ساتھ ساتھ ان حالات میں فرکشن کو کم یا زیادہ کرنے کے طریقے کو بیان کر سکیں (مثلاً کار کے ٹائروں کی سطح پر بنائے گئے ڈیزائن، بائیسکل چلانے، ...)

شکل 3.1 [illegible]

- فورس کی رو میں فرکشن سے فوائد، صنعتی مشینوں کے متحرک پرزوں کے درمیان اور ہائی وے پر گھومنے والے پہیوں کے درمیان فرکشن کے نقصانات اور اسے کم کرنے کے طریقے۔
- سیفٹی بیلٹ فورس کے استعمال کا حوالہ ... رولنگ فرکشن کی مخصوص ... مشین سے ... (M) کر کے پیریڈ نشان دہی کر سکیں۔

کائنیمیٹکس میں ہم نے صرف موشن اور اس میں تبدیلی کا مطالعہ کیا۔ لیکن ہمارے علم کی اس وقت تک کوئی اہمیت نہیں ہے جب تک کہ ہم موشن کی وجوہات کو نہ سمجھیں۔ میکینکس کی وہ شاخ جس میں ہم کسی جسم میں موشن کے ساتھ اس کی وجوہات کا بھی مطالعہ کرتے ہیں ڈائنامکس کہلاتی ہے۔ اس یونٹ میں ہم مومینٹم کا مطالعہ کریں گے۔ اس کے علاوہ موشن کی وجوہات اور موشن میں جسم کے رویے کے بارے میں بھی لیں گے۔ یہ تحقیق فورس کے تصور تک پہنچنے میں ہماری رہنمائی کرتی ہے۔ ہم موشن کے قوانین اور ان کے اطلاق کا بھی مطالعہ کریں گے۔

## 3.1 فورس، انرشیا اور مومینٹم (Force, Inertia and Momentum)

کسی جسم کی حرکت کو سمجھنے کے لیے نیوٹن کے موشن کے قوانین بنیادی اہمیت کے حامل ہیں۔ ان قوانین کو زیر بحث لانے سے قبل مناسب یہ ہے کہ ہم چند اصطلاحات مثلاً فورس، انرشیا اور مومینٹم کو سمجھ لیں۔

### فورس (Force)

ہم دروازے کو اپنی طرف کھینچ کر یا دھکیل کر کھول سکتے ہیں۔ شکل (3.1) میں ایک آدمی ریڑھی کو دھکیلتے ہوئے دکھایا گیا ہے۔ دھکیلنے سے ریڑھی کو موشن میں لایا جا سکتا ہے یا اس کی موشن کی سمت کو تبدیل کیا جا سکتا ہے یا چلتی ہوئی ریڑھی کو روکا جا سکتا ہے۔ شکل (3.2) میں ایک بیٹسمین اپنی طرف آنے والی بال کو ہٹ لگا کر اس کی موشن کی سمت تبدیل کر رہا ہے۔

یہ ضروری نہیں کہ فورس ہمیشہ کسی جسم کو حرکت ہی دے۔ شکل (3.3) میں ایک لڑکا دیوار کو دھکیل کر اسے حرکت میں لانے کی کوشش کر رہا ہے۔ کیا وہ اسے حرکت دے سکے گا؟ ایک گول کیپر کو اپنی طرف آنے والے فٹ بال کو روکنے کے لیے فورس صرف کرنا پڑتی ہے۔ پس ہم اس نتیجے پر پہنچتے ہیں کہ

شکل 3.2 بیٹسمین کے ہٹ لگانے سے گیند کی موشن کی سمت تبدیل ہوتی۔

شکل 3.3 ایک لڑکا دیوار کو دھکیل رہا ہے۔

شکل 3.4 گول کیپر گیند کو روک رہا ہے۔

> فورس کسی جسم کو موشن میں لا سکتی ہے یا موشن میں لانے کی کوشش کرتی ہے۔ جسم کی موشن کو روکتی ہے یا روکنے کی کوشش کرتی ہے۔

کیا آپ غبارے کو دبائیں تو کیا ہوگا؟

آپ چاقو کی تیز دھار والے حصے کو کسی سیب میں داخل کر کے اسے کاٹ سکتے ہیں۔ پس اگر کوئی فورس کسی جسم پر عمل کرے تو وہ اس کی شکل اور سائز کو بھی تبدیل کر سکتی ہے۔

## انرشیا (inertia)

گلیلیو (Galileo) نے مشاہدہ کیا کہ ایک بھاری جسم کی نسبت ایک ہلکے جسم کو موشن میں لانا آسان ہوتا ہے۔ بھاری اجسام کو موشن میں لانا مشکل ہوتا ہے اور اگر وہ موشن میں ہوں تو انہیں روکنا بھی مشکل ہوتا ہے۔ نیوٹن نے یہ نتیجہ اخذ کیا کہ ہر جسم اپنی ریسٹ کی حالت یا یونیفارم موشن کی حالت میں تبدیلی میں مزاحمت پیش کرتا ہے۔ اس نے مادہ کی اس خصوصیت کو انرشیا (inertia) کا نام دیا اور جسم کے انرشیا کا اس کے ماس کے ساتھ تعلق معلوم کیا۔ جتنا کسی جسم کا ماس زیادہ ہوگا اتنا ہی اس جسم کا انرشیا زیادہ ہوگا

> انرشیا کسی جسم کی وہ خصوصیت ہے جس کی وجہ سے وہ اپنی ریسٹ کی پوزیشن یا یونیفارم موشن میں تبدیلی کے خلاف مزاحمت کرتا ہے۔

شکل 3.5 جیسے ہی کارڈ بورڈ گلاس کے اوپر سے ہٹ جاتا ہے سکہ گلاس میں گر جاتا ہے۔

آئیے انرشیا کو سمجھنے کے لیے ایک تجربہ کرتے ہیں۔

### تجربہ 3.1

ایک خالی گلاس کو کارڈ بورڈ کے ایک ٹکڑے سے ڈھانپ دیں۔ کارڈ بورڈ کے اوپر ایک سکہ رکھیں جیسا کہ شکل (3.5) میں دکھایا گیا ہے۔ اب اپنی انگلی سے جھٹکے سے کارڈ بورڈ کو افقی سمت میں ٹھوکر لگائیں۔

کیا سکہ کارڈ بورڈ کے ساتھ حرکت کرتا ہے؟

سکہ انرشیا کی وجہ سے کارڈ بورڈ کے ساتھ حرکت نہیں کرتا۔

جب کارڈ بورڈ گلاس سے دور چلا جاتا ہے تو سکہ کہاں جاتا ہے؟

شکل 3.6 کاغذ کی پٹی کھینچنے پر سکے اپنی جگہ پر رہنے کی کوشش کرتے ہیں۔

انرشیا کی ایک اور مثال پر غور کرتے ہیں۔ کاغذ کی ایک پٹی (strip) کا تصور کریں اور اسے میز پر رکھ کر اس کے ایک سرے پر چند سکے ایک دوسرے کے اوپر رکھیں۔

جیسا کہ شکل (3.6) میں دکھایا گیا ہے۔

کیا آپ [illegible] کے پیچھے [illegible] ہیں؟
[illegible]
کیوں محسوس کرتے؟

## مومینٹم (Momentum)

[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
کسی جسم میں اس کے ماس اور ولاسٹی کی وجہ سے موشن کی مقدار مومینٹم کہلاتی ہے۔

کسی جسم کا مومینٹم اس کے ماس اور ولاسٹی کے حاصل ضرب کے برابر ہوتا ہے۔ یعنی

$$P = mv \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3.1)$$

مومینٹم ایک ویکٹر مقدار ہے۔ اس کی سمت وہی ہوتی ہے جس میں جسم حرکت [illegible] ہے۔ سسٹم انٹرنیشنل میں مومینٹم کا یونٹ kgms [illegible] ہے۔

## نیوٹن کے قوانین موشن (Newton's Laws of Motion)

[illegible] موشن کے تین قوانین متعارف کروائے۔ یہ نیوٹن کے موشن کے قوانین کہلاتے ہیں۔

### نیوٹن کا موشن کا پہلا قانون (Newton's First Law of Motion)

نیوٹن کا موشن کا پہلا قانون ساکن اجسام یا یکساں [illegible] سے خط مستقیم (straight line) میں حرکت کرتے اجسام سے متعلق ہے۔ نیوٹن کے پہلے قانون کے مطابق کوئی جسم ریسٹ کی حالت میں [illegible] بشرطیکہ اس پر کوئی نیٹ فورس (net force) [illegible] قانون کا یہ حصہ صحیح ہے کیونکہ ہم دیکھتے ہیں کہ اجسام خود بخود موشن میں نہیں آتے جب تک کوئی ان کو موشن میں نہ لائے

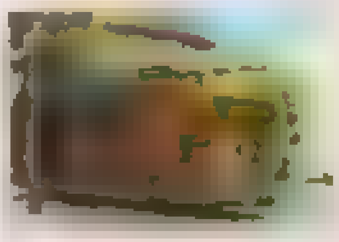
مثلاً میز پر رکھی ہوئی کتاب اسی طرح پڑی رہے گی جب تک کوئی فورس اس پر عمل نہ کرے۔

اسی طرح ایک متحرک جسم حرکت میں رہتا ہے۔ ایک کھردری سطح پر لڑھکائی گئی گیند اس گیند کے مقابلے میں جلد رک جاتی ہے جسے ہموار سطح پر لڑھکایا گیا ہو۔ چونکہ ناہموار سطح فرکشن کے باعث زیادہ مزاحمت پیش کرتی ہے۔ اگر موشن میں رکاوٹ ڈالنے والی فورس نہ ہوتی تو کسی جسم کی موشن کبھی بھی ختم نہ ہوتی۔ چنانچہ نیوٹن کے موشن کے پہلے قانون کو ان الفاظ میں بیان کیا جا سکتا ہے۔

ہر جسم اپنی ریسٹ کی حالت یا خط مستقیم میں یکساں موشن کو جاری رکھتا ہے بشرطیکہ اس پر کوئی نیٹ فورس عمل نہ کر رہی ہو۔

کیونکہ نیوٹن کا پہلا قانون مادے کی خصوصیت انرشیا سے متعلق ہے اس لیے اسے انرشیا کا قانون بھی کہتے ہیں۔

ہم دیکھتے ہیں کہ جب کسی چلتی ہوئی بس کو اچانک بریک لگائی جاتی ہے تو کھڑے ہوئے مسافر آگے کی طرف گرنے لگتے ہیں۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ مسافروں کے جسم کا نچلا حصہ بس کے ساتھ رک جاتا ہے جبکہ اوپر والا حصہ اپنی موشن کو جاری رکھتا ہے اس لیے وہ آگے کی طرف گرنے لگتے ہیں۔



## نیوٹن کا موشن کا دوسرا قانون
## Newton's Second Law of Motion

نیوٹن کا موشن کا دوسرا قانون موشن کی اس صورت حال سے متعلق ہے جب کسی جسم پر کوئی نیٹ فورس (net force) عمل کر رہی ہو۔ اس کو درج ذیل الفاظ میں بیان کیا جاتا ہے۔

> جب ایک فورس کسی جسم پر عمل کرے تو اس میں فورس کی سمت میں ایکسلریشن پیدا ہوتا ہے۔ ایکسلریشن کی مقدار فورس کی مقدار کے ڈائریکٹلی پروپورشنل اور ماس کے انورسلی پروپورشنل ہوتی ہے۔

اگر ایک فورس F ماس m کے جسم میں ایکسلریشن پیدا کرے تو اس قانون کے مطابق

$$a \propto F$$

$$a \propto \frac{1}{m}$$ اور

یعنی $a \propto \frac{F}{m}$

یا $F \propto ma$

k کو بطور کونسٹنٹ کے استعمال کرنے سے

$$F = kma \quad \ldots\ldots\ldots (3.2)$$

SI یونٹس میں k کی قیمت 1 ہے۔ اس لیے مساوات (3.2) کو اس طرح سے لکھا جا سکتا ہے۔

$$F = ma \quad \ldots\ldots\ldots (3.3)$$

فورس کا SI یونٹ نیوٹن ہے۔ اسے N سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

نیوٹن کے موشن کے دوسرے قانون کے مطابق ایک نیوٹن وہ فورس ہے جو 1kg ماس والے جسم میں $1\ ms^{-2}$ کا ایکسلریشن پیدا کرتی ہے۔

ہم ایک نیوٹن کو اس طرح لکھ سکتے ہیں۔

$$1\,N = 1\,kg \times 1\,ms^{-2}$$

یا $$1\,N = 1\,kg\,ms^{-2} \quad \ldots\ldots (3.4)$$

مثال 3.1

8 کلوگرام ماس کے ایک جسم پر 20N کی فورس عمل کر رہی ہے۔ اس جسم میں پیدا ہونے والا ایکسلریشن معلوم کریں۔

حل

یہاں
$m = 8\,kg$
$F = 20N$
$a = ?$

ہم جانتے ہیں کہ $F = ma$

$20N = 8\,kg \times a$

یا $a = \frac{20N}{8kg}$

یا $a = 2.5\ \frac{kg\,ms^{-2}}{kg}$

$= 2.5\,ms^{-2}$

جسم میں فورس کی وجہ سے پیدا ہونے والا ایکسلریشن $2.5\,ms^{-2}$ ہے۔

## مثال 3.2

ایک فورس 5 kg ماس کے جسم میں $10\ ms^{-2}$ کا ایکسلریشن پیدا کرتی ہے۔ یہ فورس 8 kg ماس کے جسم میں کتنا ایکسلریشن پیدا کرے گی؟

**حل**

یہاں $m_1 = 5kg$

$m_2 = 8kg$

$a_1 = 10\ ms^{-2}$

$a_2 = ?$

نیوٹن کے دوسرے قانون کے مطابق

$F = m_1 a_1$

$F = m_2 a_2$

مندرجہ بالا مساواتوں کا موازنہ کرنے پر

$m_1 a_1 = m_2 a_2$

$(5\ kg)(10\ ms^{-2}) = (8\ kg)\ a_2$

یا $a_2 = 6.25\ ms^{-2}$

پس 8 kg ماس کے جسم میں پیدا ہونے والا ایکسلریشن $6.25\ ms^{-2}$ ہے۔

## مثال 3.3

$3\ ms^{-2}$ کے ایکسلریشن سے بائیسکل چلانے کے لیے 40kg ماس والا بائیسکل سوار 200N کی فورس لگاتا ہے۔ سڑک اور ٹائروں کے درمیان فرکشن کی فورس کتنی ہے؟

**حل**

یہاں $m = 40\ kg$

$a = 3\ ms^{-2}$

$F_a = 200\ N$

نیٹ فورس $F = ?$

فرکشن کی فورس $f = ?$

ہم جانتے ہیں کہ $F = ma$

$= 40\ kg \times 3\ ms^{-2}$

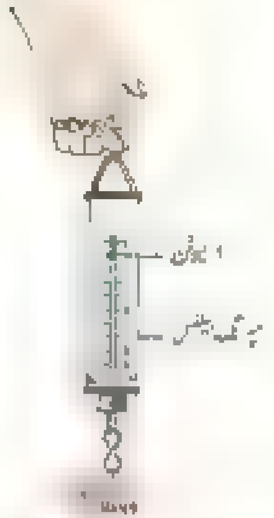
= 1[redacted]

فرکشن کی فورس = لگائی گئی فورس − نیٹ فورس

$$120\,N = 200N - f$$
$$f = 80\,N$$

چنانچہ سطحوں کے درمیان فرکشن کی فورس 80N ہے۔

## ماس اور وزن Mass and Weight




شکل 3.7 کسی جسم کے وزن کو سپرنگ بیلنس سے معلوم کیا جاتا ہے

عام طور پر ماس اور وزن ایک جیسی مقداریں تصور کی جاتی ہیں۔ لیکن یہ درست نہیں ہے۔ یہ دو مختلف قسم کی مقداریں ہیں۔ کسی جسم میں مادہ کی مقدار کو اس جسم کا ماس کہتے ہیں۔ یہ ایک سکیلر مقدار ہے اور جسم کو ایک جگہ سے دوسری جگہ لے جانے سے تبدیل نہیں ہوتی۔ ماس ترازو یا بیم بیلنس کے ذریعے معیاری ماس سے موازنہ کر کے معلوم کیا جاتا ہے۔

کسی جسم کا وزن دراصل اس پر عمل کرنے والی گریویٹیشنل فورس ہے۔ یعنی کسی جسم کا وزن وہ فورس ہے جس سے زمین اس جسم کو اپنی طرف کھینچتی ہے۔ گریویٹیشنل ایکسلریشن g مختلف ہے اور جگہ بدلنے سے اس کی مقدار تبدیل ہو جاتی ہے۔ کسی جسم کے وزن w اور ماس m کے درمیان مندرجہ ذیل تعلق ہے۔

$$w = mg \qquad \ldots\ldots\ldots (3.5)$$

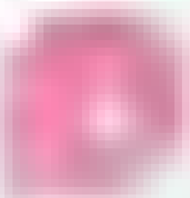
وزن ایک فورس ہے۔ اس لیے یہ ایک ویکٹر مقدار ہے۔ SI میں اس کا یونٹ نیوٹن (N) ہے جیسے کہ فورس کا یونٹ ہوتا ہے۔ اسے سپرنگ بیلنس کے ذریعے معلوم کیا جاتا ہے جیسا کہ شکل (3.7) میں دکھایا گیا ہے۔

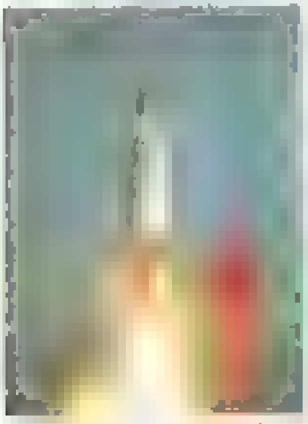
## نیوٹن کا تیسرا قانونِ حرکت Newton's Third Law of Motion

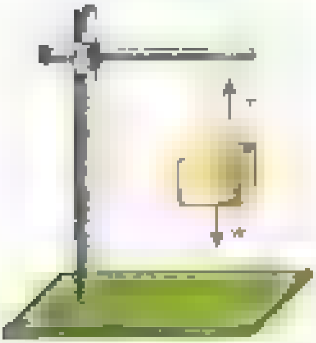
نیوٹن کا تیسرا قانون ری ایکشن (reaction) سے متعلق ہے۔ ایک جسم پر فورس اس وقت عمل کرتی ہے جب اس پر کوئی دوسرا جسم فورس لگاتا ہے۔ فرض کریں کہ ایک جسم A ایک دوسرے جسم B پر فورس لگاتا ہے۔ عین اسی وقت جسم B بھی ری ایکشن کے طور پر جسم A پر فورس لگاتا ہے۔ وہ فورس جو جسم A نے جسم B پر لگائی ایکشن کہلاتی ہے۔ جسم B کی جسم A پر عمل کرنے والی فورس ری ایکشن کہلاتی ہے۔ نیوٹن کے تیسرے قانون کو مندرجہ ذیل الفاظ میں بیان کیا جاتا ہے۔

شکل 3.8 کتاب کا وزن میز پر ایکشن ہے اور میز کی ری ایکشن R ... مندرجہ ذیل طاقت میں بیان کیا جاتا ہے

> ہر ایکشن کا ہمیشہ ایک ری ایکشن ہوتا ہے جو مقدار میں ایکشن کے مساوی لیکن سمت میں اس کے مخالف ہوتا ہے۔





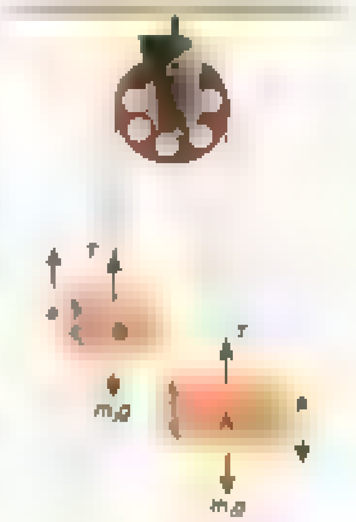


کرتا ہے۔ کیونکہ بلاک ریسٹ کی حالت میں ہے۔ اس لیے نیچے کی جانب عمل کرنے والا بلاک کا وزن اوپر کی سمت میں عمل کرنے والے ٹینشن T سے بیلنس ہو رہا ہے۔ لہٰذا ڈوری میں ٹینشن T بلاک کے وزن کے برابر اور مخالف ہوگا۔

## ڈوری سے منسلک اجسام کی حرکت

### (الف) جب اجسام عموداً حرکت کرتے ہیں

فرض کریں کہ دو اجسام A اور B کا ماس بالترتیب $m_1$ اور $m_2$ ہے۔ جبکہ ماس $m_1$، ماس $m_2$ سے بڑا ہے۔ یہ دونوں اجسام بے لچک ڈوری کے سروں سے منسلک ہیں جس میں ٹینشن T کی تبدیلی سے اس کی لمبائی میں تبدیلی نہیں آتی۔ ڈوری ایک بے فرکشن (frictionless) پلی کے اوپر سے گزر رہی ہے۔ جیسا کہ شکل (3.12) میں دکھایا گیا ہے۔ جسم A بھاری ہونے کی وجہ سے ایکسلریشن a کے ساتھ نیچے کی جانب حرکت کرے گا۔ عین اسی وقت جسم B اسی ایکسلریشن a سے اوپر کی جانب حرکت کرے گا۔ کیونکہ پلی بے فرکشن ہے، اس لیے ڈوری میں ہر جگہ ٹینشن یکساں ہوگی۔




شکل 3.12: پلی پر سے گزرنے والی ڈوری سے منسلک دو اجسام کی حرکت

کیونکہ جسم A نیچے کی طرف حرکت کرتا ہے اس لیے اس کا وزن $m_1g$ ٹینشن T سے زیادہ ہوگا۔ پس جسم A پر عمل کرنے والی نیٹ فورس $m_1g - T$ ہوگی۔

نیوٹن کے دوسرے قانون کے مطابق

$$m_1g - T = m_1a \quad \ldots \ldots \ldots \quad (3.6)$$

کیونکہ جسم B اوپر کی طرف حرکت کرتا ہے اس لیے اس کا وزن $m_2g$ ڈوری میں ٹینشن T سے کم ہوگا۔ پس جسم B پر عمل کرنے والی فورس $T - m_2g$ ہوگی۔

نیوٹن کے دوسرے قانون کے مطابق

$$T - m_2g = m_2a \quad \ldots \ldots \ldots \quad (3.7)$$

ایکسلریشن a معلوم کرنے کے لیے مساوات (3.6) اور (3.7) کو جمع کریں۔

پس

$$a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\,g \quad \ldots \ldots \quad (3.8)$$

ٹینشن T معلوم کرنے کے لیے مساوات (3.7) کو مساوات (3.6) سے تقسیم کریں۔ پس

$$T = \frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2}\,g \quad \ldots \ldots \quad (3.9)$$

مندرجہ بالا سسٹم کو ایٹ ووڈ مشین (Atwood machine) بھی کہتے ہیں۔ اسے گریوی ٹیشنل ایکسلریشن g کی قیمت معلوم کرنے کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے۔ مساوات (3.8) کی مدد سے

$$g = \frac{m_1 + m_2}{m_1 - m_2} a$$

## مثال 3.4

ایک بے لچک ڈوری کے سروں سے 5.2 kg اور 4.8 kg کے دو ماسز منسلک ہیں۔ ڈوری ایک بے فرکشن پلی کے اوپر سے گزرتی ہے۔ اس سسٹم میں ایکسلریشن اور ٹینشن معلوم کریں جبکہ دونوں ماسز عموداً حرکت کر رہے ہوں۔

حل

$$m_1 = 5.2\ kg$$

$$m_2 = 4.8\ kg$$

کیونکہ $$a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} g$$

اس لیے $$a = \frac{5.2\ kg - 4.8\ kg}{5.2\ kg + 4.8\ kg} \times 10\ ms^{-2}$$

$$a = 0.4\ ms^{-2}$$

کیونکہ $$T = \frac{2 m_1 m_2}{m_1 + m_2} g$$

اس لیے $$T = \frac{2 \times 5.2\ kg \times 4.8\ kg}{5.2\ kg + 4.8\ kg} \times 10\ ms^{-2}$$

$$T = 50\ N$$

پس اس سسٹم کا ایکسلریشن $0.4\ ms^{-2}$ ہے اور ڈوری میں ٹینشن 50 N ہے۔

ایٹ ووڈ مشین دو غیر مساوی ماسز کے اجسام کے سسٹم پر مشتمل ہوتی ہے۔ جیسا کہ شکل (3.12) میں دکھایا گیا ہے۔ دونوں اجسام ایک ڈوری کے سروں سے منسلک ہوتے ہیں۔ یہ ڈوری ایک بے فرکشن پلی کے اوپر سے گزرتی ہے۔ اس سسٹم کو عملی اوقات گریوی ٹیشنل ایکسلریشن g کی قیمت معلوم کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔

[illegible]

فرض کریں کہ دو اجسام A اور B کا ماس بالترتیب $m_1$ اور $m_2$ ہے اور وہ ایک بے لچک ڈوری کے سروں سے منسلک ہیں۔ فرض کریں کہ جسم A نیچے کی جانب ایکسلریشن a سے حرکت کر رہا ہے۔ کیونکہ ڈوری میں ٹینشن کی تبدیلی سے اس کی لمبائی میں فرق نہیں آتا۔ اس لیے جسم B بھی افقی سطح پر ایکسلریشن a سے ہی حرکت کرے گا۔ کیونکہ پلی بے فرکشن ہے اس لیے ڈوری میں ٹینشن یکساں رہے گا۔

شکل 3.13: ایک بے لچک ڈوری کے سروں سے منسلک دو اجسام کی حرکت

[illegible] A [illegible]

[illegible] $m_1g$ [illegible] T [illegible] A [illegible]

$m_1g - T$ [illegible]

نیوٹن کے دوسرے قانون کے مطابق

$$m_1g - T = m_1a \qquad (3.10)$$

[illegible] B [illegible]

[illegible] B [illegible]

[illegible] B [illegible]

[illegible]

[illegible] B [illegible] g

[illegible] B [illegible] B [illegible] T [illegible]

نیوٹن کے حرکت کے دوسرے قانون کے مطابق

$$T = m_2a \qquad (3.11)$$

[illegible]

[illegible]

$$a = \frac{m_1}{m_1 + m_2}g \qquad (3.12)$$

a کی قیمت مساوات (3.11) میں درج کرنے سے

$$T = \frac{m_1m_2}{m_1 + m_2}g \qquad (3.13)$$

[illegible] 4 kg [illegible] 6 kg [illegible]

[illegible]

[illegible] 6 kg [illegible]

[illegible] 4 kg [illegible]

[illegible]

حل

$$m_1 = 4 \text{ kg}$$
$$m_2 = 6 \text{ kg}$$

چونکہ $a = \frac{m_1}{m_1 + m_2} g$

اس لیے $a = \frac{4\ kg}{4\ kg + 6\ kg} \times 10\ ms^{-2}$

$a = 4\ ms^{-2}$

چونکہ $T = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} g$

اس لیے $T = \frac{4\ kg \times 6\ kg}{4\ kg + 6\ kg} \times 10\ ms^{-2}$

[illegible] $4\ ms^{-2}$ [illegible] $24\ N$ [illegible]

[illegible]

[illegible] $F$ [illegible] $a$ [illegible]

[illegible] $P_i$ [illegible] $P_f$ [illegible]

مومینٹم ہوں تو

$P_i = mv_i$

اور $P_f = mv_f$

[illegible]

یا $P_f - P_i = mv_f - mv_i$

لہٰذا مومینٹم میں تبدیلی کی شرح حسب ذیل ہوگی۔

$$\frac{P_f - P_i}{t} = \frac{mv_f - mv_i}{t}$$

[illegible]

[illegible] $F$ [illegible]

ہوتے ہوئے ایکسیلریشن $a$ کے برابر ہے اس لیے

$$\frac{P_f - P_i}{t} = ma$$

[illegible]

$$F = ma$$

$$\text{یا} \quad \frac{P_f - P_i}{t} = F \qquad (3.14)$$

مساوات (3.14) بھی فورس سے متعلق ہے۔ اس کی بنیاد پر ہم نیوٹن کے موشن کے دوسرے قانون کو مندرجہ ذیل الفاظ میں بیان کر سکتے ہیں۔

کسی جسم کے مومینٹم میں تبدیلی کی شرح اس فورس کے برابر ہوتی ہے جو اس پر عمل کرتی ہے۔ نیز مومینٹم کی یہ تبدیلی فورس کی سمت میں ہوتی ہے۔

مساوات (3.14) کے مطابق سسٹم انٹرنیشنل (SI) میں مومینٹم کا یونٹ Ns ہے جو کہ $kgms^{-1}$ کے برابر ہے۔

مثال 3.6

5 کلوگرام ماس کا ایک جسم $10ms^{-1}$ کی ولاسٹی سے حرکت کر رہا ہے۔ اس کو 2 سیکنڈ میں روکنے کے لیے درکار فورس معلوم کریں۔

حل

$$m = 5\ kg$$
$$v_i = 10\ ms^{-1}$$
$$v_f = 0\ ms^{-1}$$
$$t = 2\ s$$
$$F = ?$$
$$P_i = 5\ kg \times 10\ ms^{-1} = 50\ Ns$$
$$P_f = 5\ kg \times 0\ ms^{-1} = 0\ Ns$$

$$\text{کیونکہ} \quad F = \frac{P_f - P_i}{t}$$

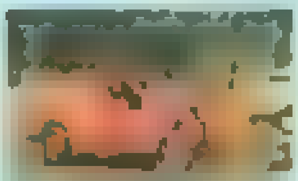
$$\text{اس لیے} \quad = \frac{0\ Ns - 50\ Ns}{2\ s}$$

$$= -25\ N$$

پس جسم کو روکنے کے لیے درکار فورس 25N ہے۔ منفی کی علامت ظاہر کرتی ہے کہ اس فورس کی سمت جسم کی موشن کی سمت کے مخالف ہوگی۔

کسی سسٹم کے مومینٹم کا انحصار اس کے ماس اور ولاسٹی پر ہوتا ہے۔ ایک

چونکہ گاڑیوں کے حادثے کی صورت میں بہت بڑی فورس پیدا ہوتی ہے۔ تیزی سے رکنے کے لیے بہت کم وقت ہوتا ہے۔ حفاظتی اقدام کے طور پر گاڑیوں میں آگے اور پیچھے کرمپل زونز (crumple zone) بنائے جاتے ہیں جو حادثے کی صورت میں دب جاتے ہیں اور مسافروں کو محفوظ رکھتے ہیں۔



کرمپل زونز، حادثے میں ہونے والی ٹکر کے وقت میں اضافہ کر دیتا ہے۔ جس کے نتیجے میں ٹکراؤ کی فورس کا ناقابل برداشت حد تک کم ہو جاتی ہے اور مسافر شدید چوٹ سے بچ جاتے ہیں۔

کسی حادثے کی صورت میں اگر کسی تیزی سے گاڑی چلاتے ہوئے سیٹ بیلٹ نہیں باندھی ہوئی تو وہ اس وقت تک اپنی حرکت کو جاری رکھے گا جب تک کہ اس کے سامنے والی کوئی شے اسے روک نہ دے۔ یہ شے ونڈ سکرین، کوئی دوسرا مسافر یا اس کے سامنے والی سیٹ کی پچھلی سائیڈ ہو سکتی ہے۔ سیٹ بیلٹ دو طرح سے کارآمد ہوتے ہیں۔

☆ سیٹ بیلٹ پیچھے جانے والی گروہنی فورس مہیا کرتے ہیں۔

☆ سیٹ بیلٹ کو کھنچنے کے لیے اضافی وقت درکار ہوتا ہے۔ اس سے مومینٹم میں تبدیلی کا وقت بڑھ جاتا ہے اور تصادم کا اثر کم ہو جاتا ہے۔

سسٹم کئی اجسام کا مجموعہ ہوتا ہے جس کی حدود واضح ہوتی ہیں۔ ایک آئسولیٹڈ سسٹم (isolated system) باہم ٹکرانے والے ایسے اجسام کا مجموعہ ہوتا ہے جن پر کوئی بیرونی فورس عمل نہ کر رہی ہو۔ اگر کسی سسٹم پر کوئی غیر متوازن یا نیٹ فورس عمل نہ کرے تو مساوات (3.14) کے مطابق اس کا مومینٹم کانسٹنٹ ہی ہوگا۔ یعنی آئسولیٹڈ سسٹم کا مومینٹم ہمیشہ بغیر تبدیلی کے قائم رہتا ہے۔ یہی مومینٹم کے کنزرویشن کا قانون ہے۔ جسے اس طرح سے بیان کیا جاتا ہے۔

> آپس میں ٹکرانے والے دو یا دو سے زیادہ اجسام پر مشتمل آئسولیٹڈ سسٹم کا مومینٹم ہمیشہ کانسٹنٹ رہتا ہے۔

شکل 3.14: دو گیندوں/اجسام کا ٹکراؤ

ہوا سے بھرے ہوئے غبارے کی مثال پر غور کریں۔ غبارہ اور اس میں بھری ہوئی ہوا ایک سسٹم بناتے ہیں۔ غبارے کو چھوڑنے سے قبل یہ سسٹم ریسٹ میں تھا۔ اس لیے اس کا ابتدائی مومینٹم صفر تھا۔ جیسے ہی غبارے کو چھوڑا گیا اس میں خارج ہونے والی ہوا اپنی ولاسٹی کے باعث مومینٹم حاصل کرتی ہے۔ مومینٹم کی ابتدائی قیمت برقرار رکھنے کے لیے غبارہ باہر نکلنے والی ہوا کی مخالف سمت میں حرکت کرتا ہے۔

$m_1$ اور $m_2$ ماس کی دو گیندیں لیں جیسا کہ شکل (3.14) میں دکھایا گیا ہے۔ یہ گیندیں ایک سیدھی لائن میں بالترتیب $u_1$ اور $u_2$ کی ابتدائی ولاسٹی سے حرکت کر رہی ہیں۔ جبکہ $m_1$ کی ولاسٹی $u_1$، $m_2$ کی ولاسٹی $u_2$ سے زیادہ ہے۔ جیسے جیسے یہ گیندیں آگے بڑھ رہی ہیں $m_1$ ماس کی گیند $m_2$ ماس کی گیند کے قریب ہوتی جا رہی ہے۔

ماس $m_1$ کا ابتدائی مومینٹم $= m_1u_1$

ماس $m_2$ کا ابتدائی مومینٹم $= m_2u_2$

ٹکرانے سے قبل سسٹم کا کل ابتدائی مومینٹم $= m_1u_1 + m_2u_2$ (3.15)

کچھ دیر کے بعد ماس $m_1$ والی گیند کسی فورس کے ساتھ ماس $m_2$ والی گیند سے ٹکرائے گی۔ نیوٹن کے تیسرے قانون کے مطابق ماس $m_2$ بھی اتنی ہی مخالف سمت میں ایک ری ایکشن فورس $m_1$ پر لگائے گی۔ فرض کریں کہ ٹکرانے کے بعد $m_1$ اور $m_2$ کی ولاسٹیز بالترتیب $v_1$ اور $v_2$ ہو جاتی ہیں۔ پس

ماس $m_1$ کا آخری مومینٹم $= m_1v_1$

ماس $m_2$ کا آخری مومینٹم $= m_2v_2$

$$m_1v_1 + m_2v_2 \quad (3.16)$$

$$m_1u_1 + m_2u_2$$

$$MV + mv \quad (3.18)$$

$$MV + mv = 0$$

$$MV = -mv$$

جہاں $$V = -\frac{mv}{M} \quad (3.19)$$

[illegible]

[illegible]

[illegible]

واشی کے مقابلہ میں بہت کم ہوتی ہے۔

راکٹ اور جیٹ انجن بھی اسی اصول پر کام کرتے ہیں [illegible]

[illegible]

[illegible]

## مثال 3.7

[illegible]

[illegible]

$m = 20\ g = 0.02\ kg$

$v = 100\ ms^{-1}$

$M = 5\ kg$

$V = ?$

مومینٹم کے کنزرویشن کے قانون کے مطابق

$MV + mv = 0$

قیمتیں درج کرنے پر

$5\ kg \times V + (0.02\ kg) \times (100\ ms^{-1}) = 0$

$5\ kg \times V = -(0.02\ kg) \times (100\ ms^{-1})$

$V = -\frac{(0.2\ kg) \times (100\ ms^{-1})}{5\ kg}$

$= -0.4\ ms^{-1}$

[illegible] کرتی ہے جو کہ $0.4\ ms^{-1}$ کی ولاسٹی سے

[illegible]

## 3.3 [illegible]

[illegible]

جب ایک بائیسکل سوار پیڈلز پر زور لگانا بند کر دیتا ہے تو بائیسکل کیوں رک جاتی ہے؟ یہ ایک قدرتی امر ہے کہ ایک ایسی فورس ہونی چاہیے جو متحرک اجسام کو روک سکے کیونکہ فورس نہ صرف ایک جسم کو حرکت دیتی ہے بلکہ متحرک جسم کو روکتی بھی ہے۔

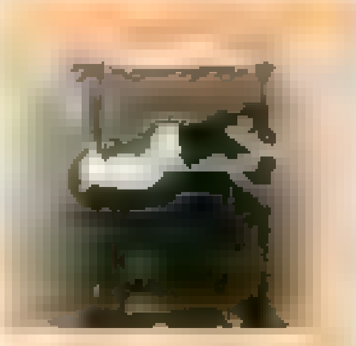
شکل 3.15 فرکشن پر قابو پانے کے لیے ایک بائیسکل سوار مسلسل پیڈل پر زور لگاتا ہے۔

> وہ فورس جو دو سطحوں کے مابین موشن میں مزاحمت پیدا کرتی ہے، فرکشن کہلاتی ہے۔

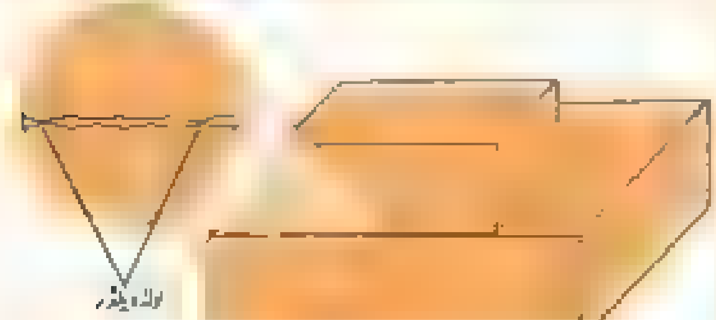
جیسے ہی ہم کسی جسم کو دھکیلتے ہیں یا کھینچتے ہیں، فرکشن کی فورس کا عمل شروع ہو جاتا ہے۔ ٹھوس اجسام کی صورت میں دو اجسام کے درمیان فرکشن کی فورس بہت سے عوامل پر منحصر ہوتی ہے۔ مثلاً دو آپس میں ملی ہوئی (in contact) سطحوں کی نوعیت اور ایک سطح کو دوسری سطح پر دبانے والی فورس۔ ہتھیلی کو مختلف سطحوں مثلاً میز، قالین، پالش کی ہوئی سنگ مرمر کی سطح اور ریت وغیرہ پر رگڑیں۔ آپ دیکھیں گے کہ سطح جتنی ہموار ہوگی ہتھیلی کو حرکت دینا اتنا ہی آسان ہوگا۔ جبکہ جتنا زیادہ آپ ہتھیلی کو اس سطح پر دبائیں گے ہتھیلی کو حرکت دینا اتنا ہی مشکل ہوگا۔

شکل 3.16 چلنے پھرنے کے دوران زمین کو پیچھے کی طرف دھکیلنے کے لیے فرکشن کی ضرورت ہوتی ہے۔

فرکشن حرکت کی مخالفت کیوں کرتی ہے؟ کوئی سطح مکمل طور پر ہموار نہیں ہوتی۔ ایک بظاہر ہموار سطح مائیکروسکوپ سے مشاہدہ کرنے پر ناہموار نظر آتی ہے۔ اس میں چھوٹے چھوٹے گڑھے اور ابھری ہوئی چوٹیاں نظر آتی ہیں۔ شکل (3.17) میں لکڑی کے بلاکس کی ملی ہوئی ہموار سطحوں کا مائیکروسکوپ کے ذریعے معائنہ کیا گیا۔ اس سے پتہ چلا کہ ان دونوں سطحوں کے درمیان تماس کے پوائنٹس پر ایک قسم کے کولڈ ویلڈز (cold welds) بن جاتے ہیں۔ یہ کولڈ ویلڈز ایک سطح کو دوسری سطح پر حرکت دینے میں رکاوٹ پیدا کرتے ہیں۔ اوپر والے بلاک پر مزید وزن شامل کرنے سے دونوں سطحوں کے درمیان دبانے والی فورس میں اضافہ ہو جاتا ہے اس وجہ



جاگرز کے تلووں پر ابھری ہوئی لکیریں ہوتی ہیں۔ ان کی وجہ سے فرکشن میں اضافہ ہوتا ہے جو چلنے کے دوران پاؤں کو پھسلنے سے روکتا ہے۔




شکل نمبر 3.17 دو سطحوں کے تماس کے مقام پر کولڈ ویلڈز

سے مزاحمت میں بھی اضافہ ہو جاتا ہے۔ جتنی دبانے والی فورس زیادہ ہوگی اتنی ہی ایک دوسرے پر حرکت کرتی ہوئی سطحوں کے درمیان فرکشن زیادہ ہوگی۔

سٹیٹک فرکشن اس لگائی گئی فورس کے برابر ہوتی ہے جو کسی ریسٹ میں پڑے ہوئے جسم کو موشن میں لانے کی کوشش کرتی ہے۔ لگائی جانے والی فورس میں اضافے کے ساتھ سٹیٹک فرکشن بھی بڑھتی ہے۔ لیکن سٹیٹک فرکشن ایک خاص حد تک بڑھ سکتی ہے۔ سٹیٹک فرکشن کی زیادہ سے زیادہ مقدار $f_s(max)$ کو انتہائی فرکشن (limiting friction) کہتے ہیں۔ یہ دو سطحوں کو آپس میں دبانے والی فورس (نارمل ری ایکشن) پر منحصر ہوتی ہے۔ دو مخصوص سطحوں کے لیے انتہائی فرکشن اور نارمل ری ایکشن کا تناسب ایک کونسٹنٹ ہوتا ہے جسے فرکشن کا کوایفیشنٹ (coefficient of friction) کہتے ہیں۔ اسے μ سے ظاہر کرتے ہیں۔ یعنی

$$\mu = \frac{F_s}{R} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (3.20)$$

یا

$$F_s = \mu R \quad \ldots \ldots \ldots \quad (3.21)$$

اگر بلاک کا ماس m ہو تو افقی سطح کے لیے

$$R = mg \quad \ldots \ldots \ldots \quad (3.22)$$

تب

$$F_s = \mu mg \quad \ldots \ldots \ldots \quad (3.23)$$

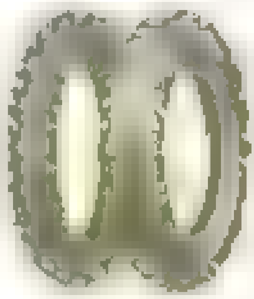
زمین پر چلنے کے لیے فرکشن کی ضرورت ہوتی ہے۔ ہموار تلووں (soles) والے جوتے پہن کر گیلے فرش پر دوڑنا خطرناک ہوتا ہے۔ اتھلیٹس خاص قسم کے جوتے استعمال کرتے ہیں جن کی زمین کے ساتھ گرفت غیر معمولی ہوتی ہے۔ ایسے جوتے انہیں تیز دوڑنے کے دوران گرنے سے محفوظ رکھتے ہیں۔ اپنی بائیسکل کو روکنے کے لیے ہم کیا کرتے ہیں؟ ہم بریکس لگاتے ہیں۔ بریکس کے ساتھ لگے ہوئے ربڑ پیڈز دبانے سے فرکشن مہیا کرتے ہیں جو بائیسکل کو روک دیتی ہے۔

**چند مختلف سطحوں کے درمیان سٹیٹک فرکشن**

| سطحیں | $\mu_s$ |
|---|---|
| گلاس اور گلاس | 0.9 |
| گلاس اور دھات | 0.5 – 0.7 |
| برف اور لکڑی | 0.05 |
| [illegible] | 1.0 |
| [illegible] اور کنکریٹ | 0.6 |
| سٹیل اور سٹیل | 0.8 |
| ٹائر اور خشک سڑک | 1 |
| ٹائر اور گیلی سڑک | 0.2 |
| لکڑی اور لکڑی | 0.25 – 0.6 |
| لکڑی اور دھات | 0.2 – 0.6 |
| لکڑی اور کنکریٹ | 0.62 |

1. کون سے جوتے کم فرکشن پیش کرتے ہیں؟
2. خشک راستے پر چلنے کے لیے کون سے جوتے بہتر ہیں؟
3. جوگنگ کے لیے کون سے جوتے بہتر ہیں؟
4. کون سا تلا (sole) جلدی گھسے گا؟

## رولنگ رگڑ (Rolling Friction)



پرندوں کے درمیان ... کی وجہ سے ...

صورت میں ضائع ہو جاتا ہے ان مشینوں میں ...

تاہم کبھی کبھی فرکشن انتہائی ضروری ہوتی ہے۔ اگر کاغذ اور پنسل کے درمیان فرکشن نہ ہو تو ہم لکھ نہیں سکتے۔ فرکشن ہمیں زمین پر چلنے کے قابل بناتی ہے۔ ہم پھسلن والی جگہوں پر دوڑ نہیں سکتے۔ پھسلن والی زمین بہت کم فرکشن فراہم کرتی ہے، اس لیے کوئی بھی شخص جو پھسلن والی زمین پر دوڑنے کی کوشش کرتا ہے حادثے سے دوچار ہو سکتا ہے۔ اسی طرح پھسلن والی سڑک پر تیز رفتار گاڑی کو روکنے کے لیے بہت زور سے بریک لگانا خطرناک ہوتا ہے۔ اگر ہوا کی رزسٹنس نہ ہو تو پرندے اڑ نہیں سکتے۔ پرندے پیچھے کی طرف دھکیلی ہوئی ہوا کے ری ایکشن کے باعث پرواز کرتے ہیں۔ لہٰذا بعض صورت حال میں ہمیں فرکشن کی ضرورت ہوتی ہے جبکہ دوسری صورتوں میں ہمیں فرکشن کو حتی الامکان کم کرنے کی ضرورت ہوتی ہے۔

شکل 3.22 کار کی ساخت ایسی ہے کہ ہوا کی رکاوٹ کے بجائے ہوا کی رزسٹنس کم رہتا ہے۔

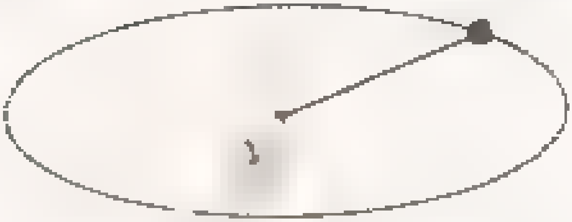
مندرجہ ذیل طریقوں سے فرکشن کو کم کیا جا سکتا ہے۔

- ایک دوسرے پر حرکت کرنے والی سطحوں کو ہموار کر کے
- تیز رفتار اجسام کی شکل کو نوک دار بنا کر۔ مثلاً کار، ہوائی جہاز وغیرہ۔ ایسا کرنے سے ہوا کے بہاؤ کی رکاوٹ کم ہو جاتی ہے۔ اس کی وجہ سے تیز رفتاری کے دوران ہوا کی رزسٹنس کم ہو جاتی ہے۔
- دھاتی پرزوں کے درمیان فرکشن کو کم کرنے کے لیے تیل یا گریس لگائی جاتی ہے۔
- سلائڈنگ فرکشن کی بہ نسبت رولنگ فرکشن بہت کم ہوتی ہے۔ اس لیے بال بیئرنگ یا رولر بیئرنگ کے استعمال سے سلائڈنگ فرکشن کو رولنگ فرکشن میں تبدیل کر دیا جاتا ہے۔

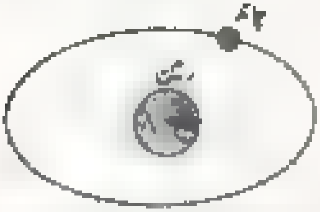
شکل 3.23 تیز رفتار ٹرین کی شکل بناوٹ اسٹریم لائن (streamline) ہے جس کی وجہ سے تیز رفتاری کے دوران ہوا کی رزسٹنس کم ہو جاتی ہے۔

## 3.4 سرکلر موشن (Circular Motion)

روزمرہ زندگی میں ہمارا سابقہ ایسے اجسام سے پڑتا ہے جو دائرے میں حرکت کر رہے ہوتے ہیں۔ پتھر کا ایک چھوٹا سا ٹکڑا لیں۔ اس کو ایک ڈوری کے ایک سرے سے باندھ دیں۔ ڈوری کے دوسرے سرے کو اپنے ہاتھ میں پکڑ کر پتھر کے ٹکڑے کو گھمائیں جیسا کہ شکل (3.24) میں دکھایا گیا ہے۔ پتھر کا ٹکڑا ایک سرکلر (دائروی) راستے پر حرکت کرے گا۔ پتھر کے ٹکڑے کی موشن سرکلر موشن کہلاتی ہے۔ اسی طرح زمین



شکل 3.24 ڈوری سے بندھے ہوئے پتھر کے ٹکڑے کی سرکلر موشن

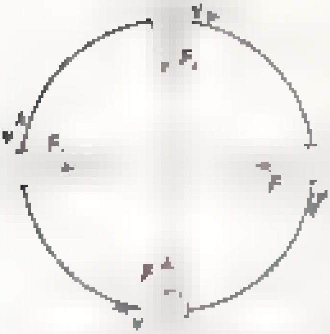



شکل 3.25 زمین کے گرد چاند کی سرکلر موشن

کے گرد چاند کی موشن بھی سرکلر موشن ہے۔

کسی جسم کی سرکلر راستے پر موشن کو سرکلر موشن کہتے ہیں۔

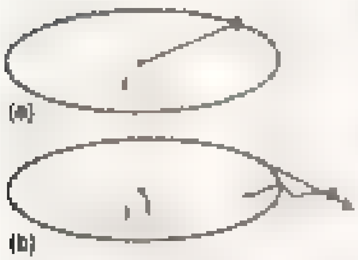
### سینٹری پیٹل فورس [illegible]



شکل 3.26 سینٹری پیٹل فورس کی سمت ہمیشہ دائرے کے مرکز کی طرف ہوتی ہے اور اس کا کوئی حصہ جسم کی موشن کی سمت میں نہیں ہوتا۔

فرض کریں ایک ڈوری کے سرے پر باندھا گیا جسم یکساں سپیڈ کے ساتھ سرکلر راستے میں حرکت کر رہا ہے۔ انرشیا کی وجہ سے کسی جسم میں سیدھے راستے پر حرکت کرنے کا رجحان پایا جاتا ہے۔ پھر جسم دائرے میں کیوں حرکت کرتا ہے؟ ڈوری جس سے جسم باندھا گیا ہے جسم کو مستقل دائرے کے مرکز کی طرف کھینچتی ہے۔ اور اس طرح اسے دائرے میں حرکت کرنے پر مجبور کرتی ہے۔ ڈوری جسم کو اس کی موشن کی سمت کے عمودی سمت میں کھینچتی ہے جیسا کہ شکل (3.26) میں دکھایا گیا ہے۔ جسم کو کھینچنے والی اس فورس کی سمت ہمیشہ دائرے کے مرکز کی جانب ہوتی ہے۔ اس لیے اس کی سمت ہر لمحہ تبدیل ہو رہی ہوتی ہے۔ دائرے کے مرکز کی جانب عمل کرنے والی اس فورس کو سینٹری پیٹل فورس کہتے ہیں۔ یہ جسم کو دائرے میں گھماتی ہے۔ سینٹری پیٹل فورس ہمیشہ جسم کی موشن کی سمت کے عمودا عمل کرتی ہے۔

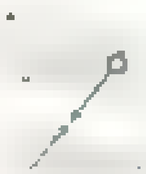
سینٹری پیٹل فورس وہ فورس ہے جو کسی جسم کو دائرے میں حرکت کرنے پر مجبور کرتی ہے۔



شکل 3.27 (a) ڈوری میں ٹینشن ضروری سینٹری پیٹل فورس فراہم کرتا ہے۔ (b) ڈوری ٹوٹنے کے بعد سینٹری پیٹل فورس فراہم کرنے میں ناکام ہو جاتی ہے۔

آیئے سینٹری پیٹل فورس کی چند مثالوں کا مطالعہ کریں۔

شکل (3.27) میں دائرے میں حرکت کرنے والا ایک ڈوری کے سرے پر باندھا گیا ایک پتھر کا ٹکڑا دکھایا گیا ہے۔ ڈوری میں موجود ٹینشن ضروری سینٹری پیٹل فورس فراہم کرتا ہے۔ یہ پتھر کے ٹکڑے کی دائرے میں موشن کو قائم رکھتا ہے۔ اگر ڈوری مضبوط نہ ہو تو سینٹری پیٹل فورس فراہم کرنے کے لیے ضروری ٹینشن مہیا نہیں کر سکے گی اور ٹوٹ جائے گی اور پتھر کا ٹکڑا



$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

$$F_c = m a_c \qquad (3.25)$$

$$F_c = \frac{mv^2}{r} \qquad (3.26)$$

## (Centrifugal Force)

3.8

$m = 100\ g = 0.1\ kg$

$v = 5\ ms^{-1}$

$r = 1\ m$

$T = F$

ڈوری میں ٹینشن T ضروری سینٹری پیٹل فورس مہیا کرتی ہے جس

$$F = \frac{mv^2}{r}$$

$$T = \frac{0.1\ kg \times (5\ ms^{-1})^2}{1\ m}$$

$$T = 2.5\ N$$

پس ڈوری میں ٹینشن 2.5N کے برابر ہے۔

## بینکنگ آف روڈز (Banking of the Roads)

شکل 3.29 [illegible]

جب ایک کار کسی curved [illegible] [illegible] سینٹری پیٹل فورس کی ضرورت ہوتی ہے [illegible] ضروری سینٹری پیٹل فورس [illegible] [illegible] [illegible] شکل 3.29 [illegible] ضروری سینٹری پیٹل فورس [illegible] [illegible] ہے۔

## واشنگ مشین ڈرائر (Washing Machine Dryer)

شکل 3.30 [illegible]

واشنگ مشین کا ڈرائر [illegible] (basket spinners) [illegible] شکل 3.30 [illegible] (rotor) [illegible] سوراخوں کے ذریعے باہر نکل جاتا ہے۔

شکل 3.31

عمودی طور پر لٹکے ہوئے دو اجسام کا ایکسلریشن a اور ٹینشن T حسب ذیل ہیں۔

$$a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} g \qquad T = \frac{2 m_1 m_2}{m_1 + m_2} g$$

فرکشن سے پاک پُلی پر سے گزرنے والی ڈوری سے بندھے ہوئے دو اجسام جن میں ایک عموداً نیچے کی طرف اور دوسرا افقی سطح پر حرکت کر رہا ہو، کا ایکسلریشن a اور ٹینشن T حسب ذیل ہیں۔

$$a = \frac{m_1}{m_1 + m_2} g \;,\; T = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} g$$

مومینٹم کے کنزرویشن کے قانون کے مطابق دو یا دو سے زیادہ باہمی عمل کرنے والے اجسام کے ایک آئسولیٹڈ سسٹم کا کل مومینٹم ہمیشہ کانسٹنٹ رہتا ہے۔

ایک دوسرے پر حرکت کرنے والے دو اجسام کے درمیان وہ فورس جو ان کی ایک دوسرے کے لحاظ سے حرکت کی مخالفت کرتی ہے، فرکشن کہلاتی ہے۔

رولنگ فرکشن وہ فورس ہے جو رول کرنے والے جسم اور اس کی سطح کے درمیان عمل کرتی ہے۔ سلائیڈنگ فرکشن کے مقابلے میں رولنگ فرکشن بہت کم ہوتی ہے۔

مشینوں میں فرکشن کی وجہ سے انرجی ضائع ہوتی ہے۔ اس ضیاع کو پورا کرنے کے لیے بہت کام کرنا پڑتا ہے۔ اس کے علاوہ فرکشن کی وجہ سے مشین کے حرکت کرنے والے پرزے گھس جاتے ہیں اور ٹوٹ پھوٹ کا شکار ہو جاتے ہیں۔ فرکشن کو کم کرنے کے طریقے:

(i) سلائیڈنگ سطحوں کو پالش کیا جاتا ہے۔

(ii) سلائیڈنگ سطحوں کے درمیان تیل یا گریس وغیرہ استعمال کیا جاتا ہے۔

(iii) بال بیرنگ یا رولر بیرنگ استعمال کیے جاتے ہیں۔

دائرے کے راستے پر حرکت کرنے والے اجسام کی موشن کو سرکلر موشن کہتے ہیں۔

وہ فورس جو جسم کو دائرے میں حرکت دیتی ہے سینٹری پیٹل فورس کہلاتی ہے۔ اس کا فارمولا حسب ذیل ہے۔

$$F_c = \frac{mv^2}{r}$$

نیوٹن کے موشن کے تیسرے قانون کے مطابق سینٹری پیٹل فورس کا ری ایکشن بھی موجود ہوتا ہے۔ یہ سینٹری پیٹل فورس کا ری ایکشن جو ڈوری کو باہر کی طرف کھینچتا ہے سینٹری فیوگل فورس کہلاتا ہے۔

دیے گئے ممکنہ جوابات میں سے درست جواب کے گرد دائرہ لگائیے

درج ذیل میں سے کس کی غیر موجودگی میں نیوٹن کے پہلے قانونِ موشن کا اطلاق ہوتا ہے؟

(a) فورس (b) نیٹ فورس (c) فرکشن (d) مومینٹم

درج ذیل میں سے انرشیا کا انحصار کس پر ہے؟

(a) فورس (b) نیٹ فورس (c) ماس (d) ویلاسٹی

ایک شخص چلتی ہوئی بس میں سے چھلانگ لگاتا ہے اس کے کس طرف گرنے کا خطرہ ہے؟

(a) بس سے دور (b) چلتی ہوئی بس کی طرف

(c) حرکت کی سمت میں (d) حرکت کی مخالف سمت میں

(iv) [illegible]
ہے۔ ہر ایک فورس کی مقدار 10N ہے۔ ڈوری میں ٹینشن کتنا ہوگا؟

(a) صفر (b) 5N (c) 10N (d) 20N

(v) ایک جسم کا ماس
(a) ہیٹ کرنے پر کم ہو جاتا ہے
(b) ہیٹ کرنے پر بڑھ جاتا ہے
(c) تیز رفتاری سے چلنے پر کم ہو جاتا ہے
(d) ان میں کوئی بھی نہیں

(vi) [illegible]
سروں پر $m_1$ اور $m_2$ ماس کے دو اجسام اس طرح منسلک ہیں کہ دونوں عموداً حرکت کرتے ہیں۔ ان اجسام کا ایکسلریشن ہوگا۔

(a) [illegible] (b) [illegible]

(c) [illegible] (d) [illegible]

(vii) مندرجہ ذیل میں سے مومینٹم کا یونٹ ہے۔
(a) Nm (b) $kgms^{-2}$ (c) Ns (d) $Ns^{-1}$

(viii) [illegible]

(a) گاڑی پر (b) زمین پر
(c) [illegible] (d) [illegible]

(ix) مندرجہ ذیل میں سے کس میٹیریل کو سلائڈ کرنے والی سطحوں کے درمیان رکھنے سے ان کے درمیان [illegible]
(a) پانی (b) سنگ مرمر کا پاؤڈر
(c) ہوا (d) تیل

3.2 [illegible]
(i) فورس (ii) انرشیا (iii) مومینٹم
(iv) فورس آف فرکشن (v) سینٹری پیٹل فورس

3.3 مندرجہ ذیل میں فرق واضح کریں۔
(i) ماس اور وزن (ii) ایکشن اور ری ایکشن
(iii) [illegible]

3.4 انرشیا کا قانون کیا ہے؟

3.5 بس کی چھت پر سفر کرنا کیوں خطرناک ہوتا ہے؟

3.6 جب ایک بس موڑ کاٹتی ہے تو اس میں موجود مسافر باہر کی طرف کیوں جھک جاتے ہیں؟

3.7 [illegible] تبدیلی سے قائم کر سکتے ہیں؟

3.8 ایک ڈوری میں کتنا ٹینشن ہوگا اگر اس کے سروں کو 100 N کی دو مخالف فورسز سے کھینچا جائے؟

3.9 اگر ایکشن اور ری ایکشن برابر مگر مخالف سمت میں ہوتے ہیں تو پھر کوئی جسم حرکت کیسے کرتا ہے؟

3.10 [illegible]
ری ایکشن ایک دوسرے کے برابر اور مخالف ہوں تو پھر گاڑی حرکت کیسے کرتی ہے؟

3.11 مومینٹم کے کنزرویشن کا قانون کیا ہے؟

3.12 مومینٹم کے کنزرویشن کے قانون کی کیا اہمیت ہے؟

3.13 [illegible] پیچھے کی طرف دھکا کھاتی ہے۔ کیوں؟

3.14 دو ایسی صورتیں بیان کریں جن میں فرکشن کی ضرورت ہوتی ہے۔

3.15 [illegible]

3.16 (رگڑ) کم کرنے کے طریقے بیان کریں۔

3.17 [illegible]

3.18 [illegible]

3.19 [illegible]

3.20 [illegible]

3.1 20 [illegible] 2 $ms^{-2}$ [illegible] (10 kg)

3.2 [illegible] 147 N [illegible] (g کی قیمت 10 $ms^{-2}$ لیں) (14.7 kg)

3.3 10 [illegible] (100 N)

3.4 50 [illegible] 100 N [illegible] (2 $ms^{-2}$)

3.5 [illegible] 20 N [illegible] 2 $ms^{-2}$ [illegible] (24 N)

3.6 [illegible] 52 kg [illegible] 48 kg [illegible] حرکت کرتے ہیں۔ (500 N, 0.4 $ms^{-2}$)

3.7 [illegible] 26 kg [illegible] 24 kg [illegible] 28 kg [illegible] 24 kg [illegible] (125 N, 4.8 $ms^{-2}$)

3.8 [illegible] 22 Ns [illegible] 20 N [illegible] (1.1 s)

3.9 [illegible] 6 [illegible] (30 N)

3.10 0.5 [illegible] 50 $cms^{-1}$ [illegible] 3 $ms^{-1}$ [illegible] (9N)

# یونٹ 4

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

مومنٹ آف فورس یا ٹارک کی تعریف کر سکیں گے۔

[illegible]

[illegible]

مومنٹس کا اصول بیان کر سکیں۔

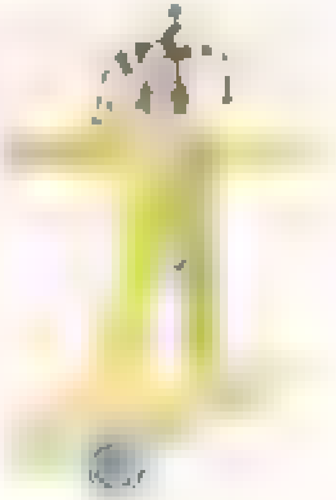
[illegible]

[illegible]
کرتی ہیں۔

[illegible]
[illegible]
اقسام کی وضاحت کر سکیں۔

[illegible]

[illegible]
سوالات حل کر سکیں۔



| | |
|---|---|
| [illegible] | V |
| [illegible] | V |
| [illegible] | IX |
| [illegible] | |
| [illegible] | |
| [illegible] | XI |

[illegible]

[illegible] کر سکیں۔

[illegible] ہونے کی وضاحت کر سکیں۔

[illegible]

[illegible] معلوم کر سکیں۔

[illegible]

[illegible]

[illegible] کے کام کرنے کا اصول بیان کر سکیں۔

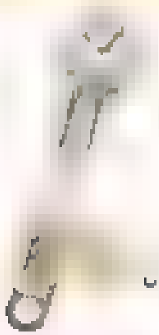
[illegible] کیا جا سکتا ہے۔

[illegible] (4.1) [illegible]

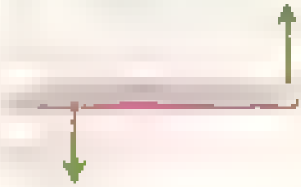
[illegible]

[illegible] (4.2) [illegible]

[illegible]



[illegible] 4.2 [illegible]



[illegible]

[illegible]

[illegible]

## [illegible] Head to Tail Rule

[illegible] A + B۔

[illegible]

[illegible] اور سمت دونوں میں ظاہر کرتی ہے۔

[illegible]

[illegible]

یہاں

$F_1 = 12\ N$ (x-محور کے ساتھ)

$F_2 = 8\ N$ (x محور سے 45° [illegible])

$F_3 = 8\ N$ (y- محور [illegible])

سکیل $1\ cm = 2\ N$

[illegible] $F_1$، $F_2$، $F_3$ کے [illegible]

[illegible] $F_1$ [illegible] $F_2$، $F_3$ [illegible]

[illegible] B [illegible] (4.6) [illegible]

$F_3$ کی [illegible] $F_2$ کے [illegible] C [illegible]

[illegible] A [illegible] $F_1$ [illegible] D [illegible] F [illegible]

[illegible] AD [illegible] F [illegible]

[illegible] F [illegible] قوت کو ظاہر کرتی ہے۔

AD [illegible] 2N/cm [illegible]

رزلٹنٹ فورس کی مقدار معلوم کریں۔

[illegible] DAB [illegible] F [illegible] x-محور [illegible]

[illegible]

## 4.3 [illegible] (Resolution of Forces)

[illegible]

[illegible]

[illegible] (perpendicular components) [illegible]

[illegible]

[illegible] x-محور [illegible] θ [illegible] OA [illegible] F

O [illegible] (4.7) [illegible]

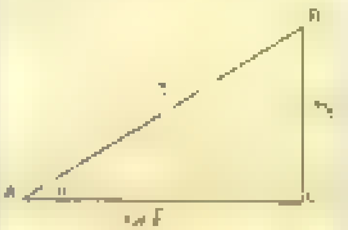
[illegible] A سے x-محور پر AB [illegible] OA

[illegible] OB اور BA [illegible]

[illegible]

[illegible] CAB [illegible]

[illegible] A [illegible] θ [illegible]



| | | |
|---|---|---|
| sin θ | [illegible] | BC/AB |
| cos θ | [illegible] | AC/AB |
| tan θ | [illegible] | BC/AC |

شکل 4.7 [illegible]

یا $\qquad OA = OB + BA \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4.1)$

[illegible] OB [illegible] BA [illegible] OA [illegible]

[illegible] OA [illegible] F [illegible] OB [illegible]

x [illegible] $F_x$ [illegible] BA [illegible] y [illegible] $F_y$ [illegible]

[illegible] (4.1) [illegible]

$$F = F_x + F_y \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4.2)$$

x [illegible] y [illegible] (trigonometric ratios) [illegible]

[illegible] OBA [illegible]

$$\frac{F_x}{F} = \frac{OB}{OA} = \cos\theta$$

$$F_x = F\cos\theta \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4.3)$$

اور $$\frac{F_y}{F} = \frac{BA}{OA} = \sin\theta$$

$$F_y = F\sin\theta \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4.4)$$

| [illegible] | 0 | 30 | 45 | 60 | 90 |
|---|---|---|---|---|---|
| sin θ | 0 | 0.5 | 0.707 | 0.866 | 1 |
| cos θ | 1 | 0.866 | 0.707 | 0.5 | 0 |
| tan θ | 0 | 0.577 | 1 | 1.732 | ∞ |

[illegible] (4.3) [illegible] (4.4) [illegible] $F_x$ [illegible] $F_y$ [illegible]

کیے جا سکتے ہیں۔

[illegible] 200 N [illegible] 30° [illegible]

[illegible]

[illegible] 4 cm [illegible] 3 cm [illegible]

[illegible]

| | |
|---|---|
| (i) | [illegible] |
| (ii) | sin θ |
| (iii) | cos θ |
| (iv) | tan θ |

$F = 200\ N$

$\theta = 30°$ ([illegible] x)

$F_x = ?$

$F_y = ?$

[illegible] $\quad F_x = F\cos\theta$

$F_x = 200 \times \cos 30$

$\quad = 200 \times 0.866 = 173.2\ N$

[illegible] $\quad F_y = F\sin\theta$

$F_y = 200 \times \sin 30$

$\quad = 200 \times 0.5 = 100\ N$

[illegible] 173.2N [illegible] 100N [illegible]

## عمودی کمپونینٹس کی مدد سے فورس معلوم کرنا

[illegible] Components

[illegible]

[illegible] $F_x$ [illegible] $F_y$ [illegible] $F$ [illegible] (4.8)

[illegible] OP [illegible] PR [illegible]

$$OR = OP + PR$$

[illegible] OR [illegible] F [illegible] x [illegible] y [illegible]

[illegible] $F_x$ [illegible] $F_y$ [illegible]

$$F = F_x + F_y$$

[illegible] F [illegible] POR [illegible]

$$(OR)^2 = (OP)^2 + (PR)^2$$

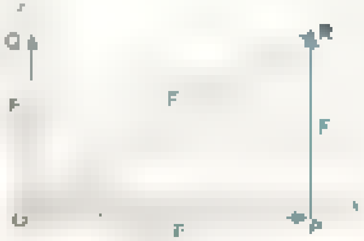
$$F^2 = F_x^2 + F_y^2$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} \quad \ldots\ldots (4.5)$$

[illegible] F [illegible]

$$\tan\theta = \frac{PR}{OP} = \frac{F_y}{F_x}$$

$$\theta = \tan^{-1}\frac{F_y}{F_x} \quad \ldots\ldots (4.6)$$

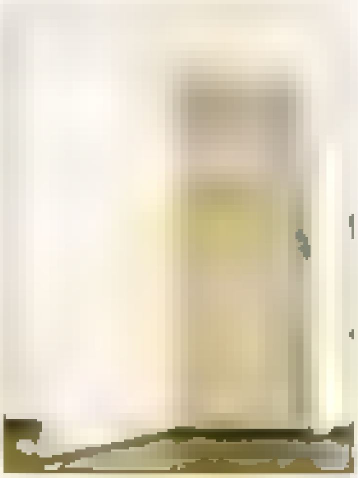



شکل 4.8 [illegible]

## 4.4 [illegible]

Torque or Moment of a Force

[illegible]



شکل 4.9 [illegible]

### رجڈ باڈی Rigid Body

ایک جسم بے شمار چھوٹے چھوٹے پارٹیکلز پر مشتمل ہوتا ہے۔ اگر کسی جسم پر کسی فورس کے عمل کرنے سے اس کے پارٹیکلز کے درمیان فاصلوں میں تبدیلی نہ آئے تو یہ ایک رجڈ باڈی کہلاتی ہے۔

دوسرے الفاظ میں ایک رجڈ باڈی ایسا جسم ہے جو فورس لگانے پر اپنی شکل تبدیل نہیں کرتا۔

### ایکسز آف روٹیشن Axis of Rotation

فرض کیجیے ایک رجڈ باڈی کسی خط مستقیم کے گرد گھوم رہی ہے۔ اس رجڈ باڈی کے پارٹیکلز دائروں میں حرکت کرتے ہیں جن کے مراکز اس خط مستقیم پر واقع ہوتے ہیں۔ اس خط مستقیم کو اس کا ایکسز آف روٹیشن کہتے ہیں۔

کسی بھی رجڈ باڈی کی روٹیشن کی مثالیں ... پہلے شکل میں ... پانی کی ٹونٹی کا ہینڈل ... گھومتا ہے۔

شکل 4.10

چند ایسی حرکات کے نام بتائیے جو روٹیشن اور ٹرانسلیٹری موشن کی حامل ہیں۔

کیا آپ نے کبھی غور کیا ... موشن کی وضاحت کر سکتے ہیں۔

ہمارے روزمرہ کے بہت سے کام ... دروازے ... ٹونٹی ... آسانی سے کھولنے اور بند کرنے ... کی صورت میں فورس لگانے کا مقام بہت اہم ہوتا ہے۔

... ایک مکینک ... نٹ کھولنے کے لیے لمبا سپینر استعمال کرتا ہے شکل (4.11) ... لمبے ہینڈل والے سپینر سے نٹ کھولنا آسان ہے ... دونوں صورتوں میں فورس کے اثرات کا مختلف ہونا ...

شکل 4.11 [illegible]

شکل 4.12 [illegible]

[illegible]

نسبت زیادہ ٹارک پیدا کرتا ہے۔

[illegible]

[illegible] شکل 4.12 [illegible] BC [illegible] F [illegible]

[illegible] Moment A [illegible]

[illegible] شکل (4.12) [illegible]

[illegible] F [illegible]

[illegible] L [illegible]

[illegible]

[illegible] T [illegible] F [illegible] L [illegible]

ہے

$$T = F \times L \quad \ldots\ldots (4.7)$$

[illegible] SI [illegible] (Nm) [illegible]

[illegible]

ایک مکینک 200 N کی فورس کو 15 cm لمبے سپینر کی مدد سے ایک نٹ کو کستا ہے۔ نٹ کو کسنے والا ٹارک معلوم کیجیے۔

$F = 200\ N$

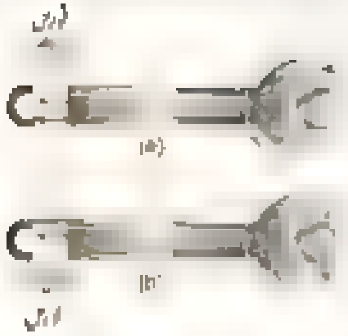
$L = 15\ cm = 0.15\ m$

$\tau = F \times L$ ٹارک کی مساوات کی مدد سے

$= 200\ N \times 0.15\ m$

$= 30\ Nm$

لہٰذا نٹ کو کسنے کے لیے 30 Nm کا ٹارک درکار ہوگا۔



شکل 4.13: (a) نٹ کو کلاک وائز سمت میں گھمایا جاتا ہے۔ (b) [illegible] اینٹی کلاک وائز سمت میں گھمایا جاتا ہے۔

## مومنٹس کا اصول

وہ فورس جو کسی چیز کو کلاک وائز سمت میں گھماتی ہے [illegible] کلاک وائز مومنٹ (clockwise moment) کہتے ہیں (شکل 4.13a)۔ [illegible] اینٹی کلاک وائز سمت میں گھماتی ہے (شکل 4.13b)۔ [illegible] اینٹی کلاک وائز مومنٹ (anticlockwise moment) کہلاتا ہے۔

شکل 4.14: [illegible]

1 [illegible]

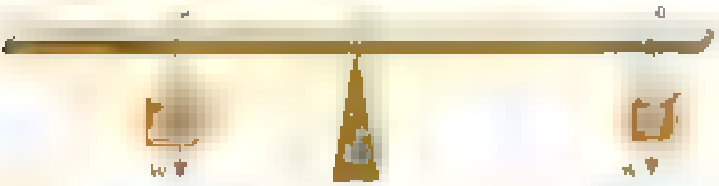
2 [illegible] ٹارک بنتا ہے؟

اگر کسی جسم پر عمل کرنے والی تمام کلاک وائز مومنٹس کا مجموعہ تمام اینٹی کلاک وائز مومنٹس کے مجموعے کے برابر ہو تو وہ جسم نہیں گھومتا۔ یہ مومنٹس کا اصول کہلاتا ہے۔ اس اصول کے مطابق

[illegible]

## مثال 4.4

ایک میٹر راڈ اس کے وسط O پر ایک نوک پر متوازن ہے جیسا کہ شکل (4.15) میں دکھایا گیا ہے۔ 10 N کا ایک وزن O سے 40 cm کے فاصلے پر پوائنٹ B سے لٹکایا گیا ہے۔ O سے 25 cm کے فاصلے پر پوائنٹ A پر لٹکائے گئے وزن کو معلوم کیجیے۔



شکل 4.15: ایک میٹر راڈ متوازن حالت میں۔

حل

$w_1 = ?$ (پوائنٹ A پر لٹکائے گئے بلاک کا وزن)

$w_2 = 10\ N$ (پوائنٹ B پر لٹکائے گئے بلاک کا وزن)

$w_1$ کا مومنٹ آرم $= OA = 25\ cm = 0.25\ m$

$w_2$ کا مومنٹ آرم $= OB = 40\ cm = 0.40\ m$

مومنٹس کے اصول کے مطابق

اینٹی کلاک وائز مومنٹس = کلاک وائز مومنٹس

$w_1$ کی وجہ سے مومنٹ = $w_2$ کی وجہ سے مومنٹ

$w_1 \times$ $w_1$ کا مومنٹ آرم $= w_2 \times$ $w_2$ کا مومنٹ آرم

یعنی $w_1 \times OA = w_2 \times OB$

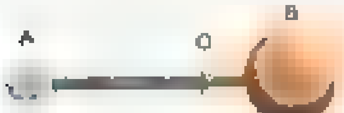
اور $w_1 \times 0.25\ m = 10\ N \times 0.4\ m$

اس طرح
$$w_1 = \frac{10\ N \times 0.4\ m}{0.25\ m} = 16\ N$$

چنانچہ پوائنٹ A پر لٹکائے گئے بلاک کا وزن 16 N ہے۔

## 4.6 سنٹر آف ماس (Centre of Mass)

یہ بات مشاہدہ میں آئی ہے کہ کسی بھی سسٹم کا سنٹر آف ماس اس طرح حرکت کرتا ہے جیسے کہ اس کا تمام ماس اس مخصوص پوائنٹ میں آ گیا ہو۔ اس سسٹم کے اس مقام پر عمل کرنے والی فورس اس میں ٹارک پیدا کرنے سے قاصر ہوتی ہے۔ یعنی سسٹم بغیر گردش کیے رزلٹنٹ فورس کی سمت میں حرکت کرتا ہے۔



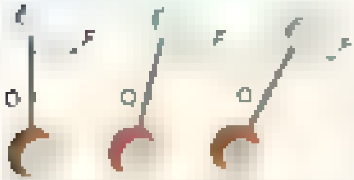
شکل 4.16 دو اجسام پر مشتمل سسٹم کا سنٹر آف ماس

فرض کیجیے ایک سسٹم کسی ہلکے راڈ سے منسلک دو اجسام A اور B پر مشتمل ہے جیسا کہ شکل (4.16) میں دکھایا گیا ہے۔ فرض کیجیے A اور B اجسام کے درمیان O ایک ایسا پوائنٹ ہے جہاں لگائی جانے والی کسی بھی فورس F کے باعث سسٹم گھومے بغیر حرکت کرتا ہے۔ اس صورت میں پوائنٹ O سسٹم کا سنٹر آف ماس ہے (شکل 4.17)۔

شکل 4.17 سنٹر آف ماس پر لگائی گئی فورس بغیر گھمائے سسٹم کو حرکت میں لاتی ہے۔

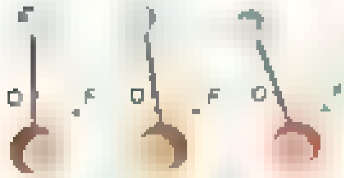
کیا یہ سسٹم کسی اور پوائنٹ پر فورس لگانے پر بھی بغیر گھومے حرکت کرتا ہے؟

آپ نے ہلکے جسم کے قریب جیسا کہ شکل (4.18) میں دکھایا گیا ہے فورس لگاتے ہیں۔ سسٹم گھومتے ہوئے حرکت کرتا ہے۔



شکل 4.18 O کے علاوہ کسی پوائنٹ پر سسٹم میں سنٹر آف ماس سے ہٹ کر F لگانے کی صورت میں سسٹم گھومتے ہوئے حرکت میں لاتی ہے۔

بھاری جسم کے قریب جیسا کہ شکل (4.19) میں دکھایا گیا ہے فورس لگاتے ہیں۔ اس صورت میں بھی سسٹم گھومتے ہوئے حرکت کرتا ہے۔



شکل 4.19 لگائی گئی فورس سسٹم کے سنٹر آف ماس سے ہٹ کر ہو اس صورت میں سسٹم گھومتے ہوئے حرکت میں آتا ہے۔

> کسی جسم کا سنٹر آف ماس ایسا پوائنٹ ہے جہاں پر لگائی گئی فورس سسٹم کو بغیر گھمائے حرکت دیتی ہے۔

### سنٹر آف گریویٹی (Centre of Gravity)

ایک جسم بے شمار پارٹیکلز سے مل کر بنتا ہے جیسا کہ شکل (4.20) میں دکھایا گیا ہے۔ زمین ان تمام پارٹیکلز کو عموداً نیچے اپنے مرکز کی جانب کھینچتی ہے۔ کسی بھی پارٹیکل پر عمل کرنے والی زمین کی کھینچنے کی فورس اس کے وزن کے مساوی ہوتی ہے۔ کسی جسم کے پارٹیکلز پر عمل کرنے والی یہ فورسز متوازی ہوتی ہیں۔ ان تمام فورسز کا رزلٹنٹ ایک سنگل فورس ہوتی ہے جو اس جسم کے وزن کے مساوی ہوتی ہے۔ وہ پوائنٹ جہاں پر یہ رزلٹنٹ فورس عموداً نیچے زمین کے مرکز کی جانب عمل کرتی ہے اس جسم کا سنٹر آف گریویٹی G کہلاتا ہے۔

شکل 4.20 کسی جسم کا سنٹر آف گریویٹی ایک ایسا پوائنٹ ہے جہاں اس کا تمام وزن عموداً نیچے کی جانب عمل کرتا محسوس ہوتا ہے۔

[illegible]

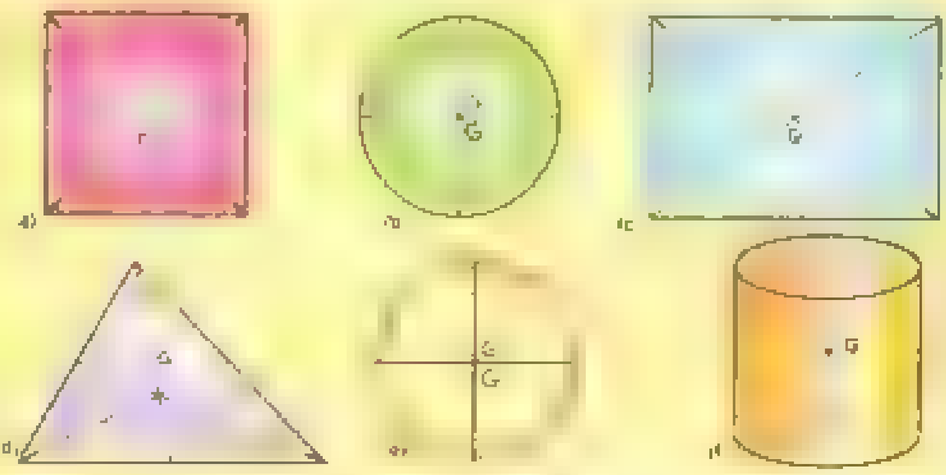
[illegible]

[illegible]

[illegible] 4.21 [illegible] G [illegible]

[illegible] (diagonals) [illegible] G [illegible] 4.22a [illegible] 4.22b [illegible] (4.22b) [illegible]

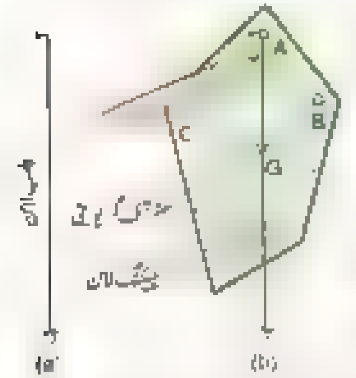
[illegible] (ring) [illegible] 4.22d [illegible] (4.22e) [illegible] (4.22f) [illegible]




[illegible] 4.22 [illegible]

## پلمب لائن کی مدد سے پتلی بے قاعدہ شکل کی شے کا سینٹر آف گریویٹی معلوم کرنا

کسی شے کے سینٹر آف گریویٹی کو معلوم کرنے کا ایک آسان طریقہ پلمب لائن (plumbline) کی مدد سے ممکن ہے۔ پلمب لائن ایک چھوٹے سے دھاتی گولے (بوب) پر مشتمل ہوتا ہے جسے ایک دھاگے سے لٹکایا جاتا ہے۔ جب پلمب لائن کو آزادانہ لٹکایا جاتا ہے تو یہ گریویٹی کے باعث زمین کی جانب عمودی سمت میں ٹھہر جاتا ہے، جیسا کہ شکل (4.23a) میں دکھایا گیا ہے۔ اس صورت میں گولے کا سینٹر آف گریویٹی لٹکائے جانے والے پوائنٹ سے بالکل نیچے ہوگا۔



شکل 4.23: (a) پلمب لائن (b) پلمب لائن سے کارڈ بورڈ کے ٹکڑے کا سینٹر آف گریویٹی معلوم کرنا۔

### تجربہ (Experiment)

ایک بے قاعدہ شکل کے کارڈ بورڈ کا ٹکڑا لیں۔ اس کے کناروں کے قریب پوائنٹس A، B اور C پر سوراخ کریں۔ دیوار میں ایک کیل گاڑیے۔ کارڈ بورڈ کو کسی ایک سوراخ A سے کیل پر اس طرح لٹکائیے کہ کارڈ بورڈ A کے گرد آزادانہ گھوم سکے۔ اس حالت میں کارڈ بورڈ کا سینٹر آف گریویٹی کیل کے بالکل نیچے ہوگا۔ پلمب لائن کی مدد سے عمودی لائن کھینچیں۔ اب کارڈ بورڈ کو B سوراخ پر دوبارہ لٹکا دیجیے۔ پوائنٹ B سے کھینچی جانے والی لائن پہلی لائن کو پوائنٹ G پر قطع کرے گی۔ اسی طرح سے پوائنٹ C پر کیے گئے سوراخ سے بھی کارڈ بورڈ کو لٹکا کر عمودی لائن کھینچیں۔ یہ لائن بھی پوائنٹ G سے گزرے گی۔ یعنی پوائنٹ G ان تمام سوراخوں A، B اور C سے کھینچی جانے والی عمودی لائنوں پر مشترک ہے۔ یہی مشترک پوائنٹ G کارڈ بورڈ کا سینٹر آف گریویٹی ہے۔

شکل 4.24: کپل کی مدد سے سٹیرنگ وہیل کو گھمانا آسان ہے۔

## 4.7 کپل (Couple)

جب ڈرائیور کار کو موڑتا ہے تو وہ سٹیرنگ وہیل پر دونوں ہاتھوں سے فورس لگاتا ہے جو ٹارک پیدا کرتی ہیں۔ یہ ٹارک سٹیرنگ وہیل کو گھماتا ہے۔ یہ فورسز جو سٹیرنگ وہیل پر مخالف سمت میں عمل کرتی ہیں مقدار میں مساوی لیکن سمت میں مخالف ہوتی ہیں (شکل 4.24)۔ یہ دو فورسز کپل پیدا کرتی ہیں۔

شکل 4.25: کپل کا عمل

دو مخالف اور متوازی فورسز جو مقدار میں مساوی ہوں لیکن ایک لائن میں نہ ہوں
کپل پیدا کرتی ہیں۔

ایک [illegible] کو سمجھنے کے لیے [illegible] استعمال کیا جاتا ہے۔ دو مساوی اور [illegible] جن میں سے ہر ایک کی مقدار F ہے بالترتیب A اور B سروں پر مخالف سمت میں عمل کر رہی ہیں۔ جیسا کہ شکل (4.25) میں دکھایا گیا ہے۔ یہ فورسز کپل پیدا کرتی ہیں جو [illegible] O کے گرد گھماتی ہیں۔ کپل کی دونوں فورسز سے پیدا ہونے والا [illegible] ٹارک [illegible]

ایک سائیکل [illegible] کے پیڈل / ہینڈل [illegible] پر ایک کپل عمل کرتا ہے [illegible] اور [illegible] جو ایک [illegible] سے [illegible] گھماتا ہے۔

کپل کا کل ٹارک $= F \times OA + F \times OB$

$= F\,(OA + OB)$

یا کپل کا کل ٹارک $= F \times AB$ ... ... ... (4.8)

مساوات (4.8) سے کپل کی فورسز F اور F سے پیدا ہونے والا ٹارک [illegible] AB [illegible] کپل کا [illegible] کپل کی دونوں فورسز میں سے کسی ایک فورس [illegible] حاصل ضرب [illegible]
حاصل ہوتا ہے۔

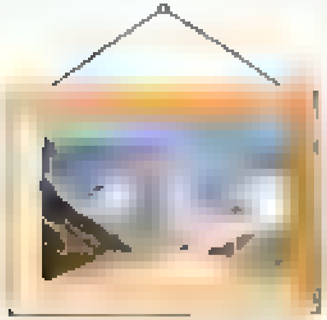
## 4.8 توازن (Equilibrium)

[illegible] مستقیم (straight line) [illegible]

[illegible] شکل (4.26) میں [illegible] (log) [illegible] W [illegible] W [illegible] کھینچنے والی فورسز F اور $F_2$ [illegible] ایسے اجسام [illegible] میں ہوتے ہیں [illegible] ان پر عمل کرنے والی [illegible] ریزلٹنٹ فورس صفر ہوتی ہے [illegible] کا

شکل 2.26 [illegible] $F_1$ اور F اور [illegible] W [illegible]
عمل کرتی ہیں۔

درج ذیل میں چند مثالیں دی گئی ہیں جو توازن کی حالت میں ہیں۔



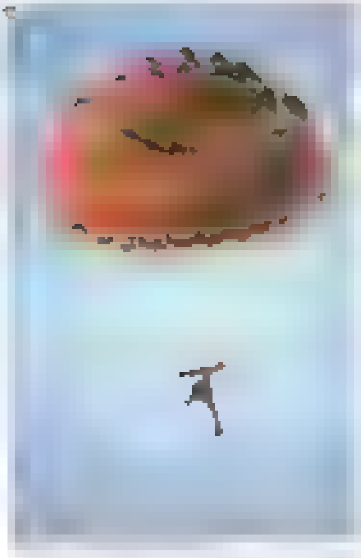
شکل 4.27 دیوار پر لٹکی ہوئی تصویر توازن کی حالت میں ہے

ایک جسم توازن کی حالت میں ہوتا ہے جب اس پر کوئی نیٹ فورس عمل نہ کرے۔

اس وقت بھی جسم توازن کی حالت میں ہوتا ہے جب وہ ریسٹ میں ہو یا یکساں ولاسٹی سے حرکت کر رہا ہو۔

## توازن کی شرائط

اوپر دی گئی مثالوں میں ہم دیکھتے ہیں کہ جسم ریسٹ میں ہو یا یکساں ولاسٹی سے حرکت کر رہا ہو، جسم توازن کی حالت میں ہوتا ہے جب اس پر عمل کرنے والی نیٹ فورس صفر ہو۔ کسی جسم کو توازن کی حالت میں ہونے کے لیے دو شرائط کا پورا ہونا ضروری ہیں۔ کسی جسم کے توازن کی حالت میں ہونے کی شرائط درج ذیل ہیں۔



شکل 4.28 پیراشوٹ یکساں ولاسٹی سے نیچے آتے ہوئے توازن کی حالت میں ہے

## توازن کی پہلی شرط

ایک جسم توازن کی پہلی شرط کو پورا کرتا ہے اگر اس پر عمل کرنے والی تمام فورسز کا رزلٹنٹ صفر ہو۔ فرض کریں کہ $F_1$، $F_2$، $F_3$ ... $F_n$ کسی جسم پر عمل کر رہی ہیں، اس طرح

$$F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n = 0$$

$$\text{یا} \quad \Sigma F = 0 \qquad (4.9)$$

علامت Σ یونانی حرف ہے جسے سگما (sigma) کہتے ہیں۔ یہ مجموعہ کے لیے استعمال ہوتا ہے۔ مساوات (4.9) توازن کی پہلی شرط کہلاتی ہے۔ توازن کی پہلی شرط کو جسم پر عمل کرنے والی فورسز کے x اور y کمپونینٹس میں اس طرح بیان کیا جاتا ہے۔

$$F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} + \dots + F_{nx} = 0$$

$$\text{اور} \quad F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} + \dots + F_{ny} = 0$$

$$\Sigma F_x = 0 \qquad (4.10)$$

$$\text{اور} \quad \Sigma F_y = 0 \qquad (4.11)$$

ہے۔ ہر چیز جو حرکت نہیں کر رہی، چونکہ وہ ایکولبریم میں ہیں۔ اسی طرح

ایکولبریم کی پہلی شرط کو پورا کر رہے ہیں۔ ایک چھاتہ بردار (paratrooper)

بھی ایکولبریم کی پہلی شرط پوری کرتا ہے چونکہ وہ یونیفارم ولاسٹی سے نیچے آتا ہے۔

اس لیے وہ ایکولبریم میں ہے۔

**مثال 4.5**

ایک بلاک جس کا وزن 10 N ہے ایک ڈوری کے ساتھ لٹک رہا ہے۔

جیسا کہ شکل (4.29) میں دکھایا گیا ہے۔ ڈوری میں موجود ٹینشن معلوم کیجیے۔

شکل 4.29

حل

بلاک کا وزن $w = 10N$

ڈوری میں ٹینشن $T = ?$

چونکہ بلاک ریسٹ میں ہے اس لیے ایکولبریم کی پہلی شرط کے مطابق

$$\sum F_x = 0$$

x ایکسز کی سمت میں کوئی فورس عمل نہیں کرتی جبکہ y- ایکسز کی سمت میں

عمل کرنے والی فورسز T اور w ہیں۔ لہٰذا

$$\sum F_y = 0$$

یا $T - w = 0$

یا $T = w$

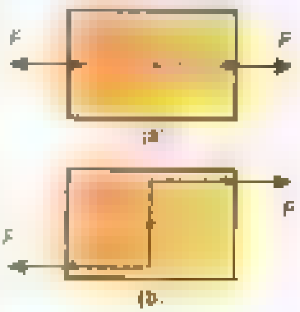
یا $T = 10\ N$

پس ڈوری میں ٹینشن کی مقدار 10 N ہے۔

## ایکولبریم کی دوسری شرط

**Second Condition of Equilibrium**

ایکولبریم کی پہلی شرط کسی جسم کا مکمل ایکولبریم میں ہونا یقینی نہیں بناتی۔ جیسا کہ نیچے دی گئی مثال سے واضح ہوتا ہے۔ فرض کیجیے کسی جسم پر دو فورسز $F_1$ اور $F_2$ عمل کر رہی ہیں۔ جیسا کہ شکل (4.30a) میں دکھایا گیا ہے۔ یہ دونوں فورسز مساوی لیکن ایک دوسرے کی مخالف سمت میں ہیں۔ دونوں ایک ہی لائن میں عمل کر رہی ہیں اس




شکل 4.30 (a) دو مساوی اور مخالف فورسز ایک ہی لائن میں ہیں (b) دو مساوی لیکن مخالف فورسز ایک لائن میں نہیں ہیں۔

شکل 4.31 دیوار پر متوازن رکھی ہوئی چیزیں

یہ ان کا رزلٹنٹ صفر ہے۔ پہلی شرط کے مطابق جسم ایکولیبریم میں ہے۔ اب فورسز کی جگہ تبدیل کر دیجیے۔ جیسا کہ شکل (4.30b) میں دکھایا گیا ہے۔ اس صورت میں جسم ایکولیبریم میں نہیں رہتا۔ حالانکہ ایکولیبریم کی پہلی شرط اب بھی پوری ہو رہی ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ اس صورت میں جسم گھومنے لگتا ہے۔ پس روٹیشنل ایکولیبریم کی پہلی شرط کے علاوہ کسی اور شرط کی ضرورت ہے۔ یہ ایکولیبریم کی دوسری شرط کہلاتی ہے۔ اس کے مطابق کوئی بھی جسم ایکولیبریم کی دوسری شرط پوری کرتا ہے اگر اس پر عمل کرنے والا رزلٹنٹ ٹارک صفر ہو یعنی

$$\sum \tau = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4.12)$$

شکل 4.32 پہیہ یکساں رفتار سے گھوم رہا ہے۔ روٹیشنل ایکولیبریم میں ہے۔ کیونکہ اس پر عمل کرنے والا نیٹ ٹارک صفر ہے۔

1. شکل (4.31) میں دکھائی گئی چیزیں کس طرح ایکولیبریم میں ہیں؟
2. کسی کار پر ... کی طرف سے ... لگتا ہے ... کیا کار ... ایکولیبریم کی دوسری شرط پوری کرتی ہے؟
3. کیا چھت کے پنکھے کی حرکت ... ہوتی ہے؟
4. کیا ... ایکولیبریم کی دوسری شرط پوری کرتا ہے؟

## مثال 4.6

ایک یونیفارم راڈ جس کی لمبائی 1.5 m ہے ایک کنارے سے 0.5 m کے فاصلے پر کسی مقام پر سپورٹ کی ہوئی ہے۔ اسے متوازن حالت میں رکھنے کے لیے اس کے ایک سرے پر 100 N کی فورس لگائی گئی ہے۔ راڈ کا وزن اور سپورٹ کا ری ایکشن معلوم کیجیے۔

راڈ کا سپورٹ پر توازن

$$F = 100\ N$$
$$OA = 0.5\ m$$
$$AG = BG = 0.75\ m$$
$$OG = AG - AO = 0.75\ m - 0.5\ m$$
$$= 0.25\ m$$
$$w = ?$$
$$R = ?$$

توازن کی دوسری شرط کا اطلاق کرتے ہوئے O کے گرد ٹارک معلوم کرتے ہیں

$$\Sigma \tau = 0$$
$$F \times AO + R \times 0 - w \times OG = 0$$
$$100\ N \times 0.5\ m - w \times 0.25\ m = 0$$
$$w \times 0.25\ m = 100\ N \times 0.5\ m$$
$$w = \frac{100\ N \times 0.5\ m}{0.25\ m}$$
$$w = 200\ N$$

توازن کی پہلی شرط کا اطلاق کرتے ہوئے

$$\Sigma F_y = 0$$

یا $R - F - w = 0$

$$R - 100\ N - 200\ N = 0$$

یا $R = 300\ N$

پس لڑکی کا وزن 200 N اور سہارے کا ری ایکشن 300 N ہے

## توازن کی حالتیں States of Equilibrium

ایکوئی لبریم کی تین حالتیں ہیں

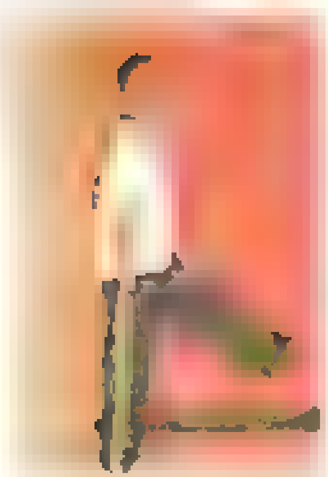
(i) قیام پذیر یا سٹیبل ایکوئی لبریم

(ii) غیر قیام پذیر یا ان سٹیبل ایکوئی لبریم

(iii) نیوٹرل ایکوئی لبریم

## قیام پذیر توازن (Stable Equilibrium)

شکل 4.33 قیام پذیر توازن (a) میز پر پڑی ہوئی کتاب (b) جب کتاب کے ایک سرے کو تھوڑا سا اٹھا کر چھوڑا جائے تو وہ اپنی پہلی حالت میں واپس آجاتی ہے۔



[illegible]

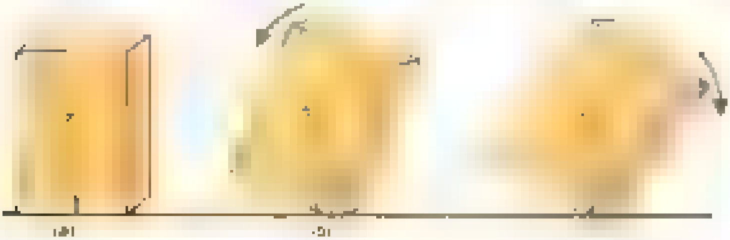
فرض کیجیے میز پر ایک کتاب پڑی ہوئی ہے۔ اس کے ایک کنارے سے تھوڑا سا اوپر اٹھائیں جیسا کہ شکل (4.33) میں دکھایا گیا ہے۔ جیسے ہی اسے چھوڑا جاتا ہے کتاب اپنی پہلی حالت میں واپس آجاتی ہے۔ کسی جسم کی ایسی حالت کو قیام پذیر توازن کہتے ہیں۔

> کوئی بھی جسم قیام پذیر توازن میں ہوتا ہے اگر اسے تھوڑا سا ہلا کر چھوڑ دیا جائے اور وہ اپنی پہلی حالت میں واپس آجائے۔

جب کوئی جسم قیام پذیر توازن میں ہوتا ہے تو اس کا سینٹر آف گریویٹی پست ترین مقام پر ہوتا ہے۔ اسے اوپر اٹھانے سے اس کا سینٹر آف گریویٹی بلند ہوجاتا ہے۔ جب سینٹر آف گریویٹی کو نیچے لاتے ہوئے یہ قیام پذیر توازن کی حالت میں واپس آتا ہے۔ کوئی بھی جسم اس وقت تک قیام پذیر توازن میں رہتا ہے جب تک اس کا سینٹر آف گریویٹی اس کی بیس (base) کے اندر رہتا ہے۔

[illegible]

شکل (4.34) میں دکھائے گئے بلاک سے متعلق سوچیے۔ بلاک کے ایک کنارے کو تھوڑا سا اوپر اٹھانے سے اس کا سینٹر آف گریویٹی G بلند ہوجاتا ہے۔ G سے گزرنے والی عمودی لائن اس اوپر اٹھائی گئی حالت میں اس کی بیس (base) کے اندر رہتی ہے جیسا کہ شکل (4.34b) میں دکھایا گیا ہے تو بلاک اپنی پہلی پوزیشن پر واپس آجاتا ہے۔ بلاک اپنی پہلی پوزیشن پر واپس نہیں آتا اگر G سے گزرنے والی عمودی لائن اس اوپر اٹھائی گئی حالت میں اس کے بیس سے نکل جاتی ہے۔ جیسا کہ شکل (4.34c) میں دکھایا گیا ہے۔ بلاک اپنی پہلی پوزیشن پر واپس آنے کی بجائے الٹ جاتا ہے یا نئی پوزیشن میں چلا جاتا ہے۔ یہی وجہ ہے کہ گاڑیوں میں سینٹر آف گریویٹی ممکن حد تک نیچے رکھے



شکل 4.34: (a) [illegible] (b) [illegible]

[illegible]

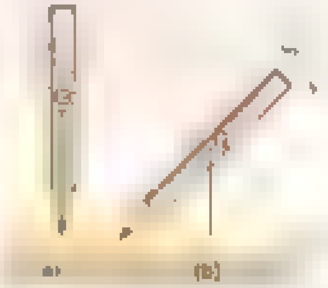
شکل 4.35: [illegible]

[illegible] (base) [illegible]

[illegible]

[illegible] (4.36) [illegible]

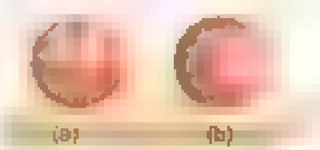
[illegible]




شکل 4.36: غیر متوازن پائیداری توازن
(a) پنسل اپنی نوک پر غیر متوازن حالت میں ... (b) پنسل نوک کے ... جاتی ہے۔

[illegible]

[illegible]




شکل 4.37: [illegible]
(b) گیند نئی پوزیشن پر ٹھہر جاتی ہے۔

(Neutral Equilibrium)

[illegible] (4.37a) میں دکھایا [illegible] نئی پوزیشن پر ٹھہر جائے گی اور [illegible] اسے نیوٹرل ایکویلیبریم کہتے ہیں۔

اگر کوئی جسم اپنی پوزیشن سے ہٹنے کے بعد [illegible] جسم [illegible] تو یہ نیوٹرل ایکوی لبریم کی حالت میں ہوتا ہے۔

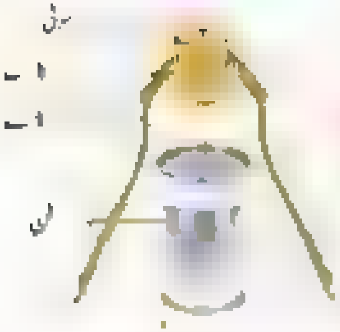
نیوٹرل ایکوی لبریم میں [illegible] حالت جس میں جسم [illegible] رہتا ہے [illegible] حالت ہوتی ہے اور جسم اس حالت میں ٹھہر جاتا ہے جس میں اسے [illegible]۔ نیوٹرل ایکوی لبریم میں جسم کا سنٹر آف گریویٹی [illegible] سے [illegible] میں ہوتے ہیں مثلاً گیند، [illegible] نیوٹرل ایکوی لبریم کی مثالیں ہیں۔

[illegible]

[illegible] P [illegible]

ہم پڑھ چکے ہیں کہ کسی جسم کا سنٹر آف گریویٹی [illegible] ہم [illegible] جب [illegible] سنٹر آف گریویٹی [illegible] ممکن ہو سکے نیچے رکھنا چاہیے۔ [illegible] circus [illegible] سنٹر آف گریویٹی [illegible] ہے۔ [illegible] لکڑی پر P کا توازن ہے۔

شکل (4.38) میں ایک [illegible] دکھائی گئی ہے۔ [illegible] (forks) [illegible] سنٹر آف گریویٹی [illegible]۔ شکل (4.39a) میں [illegible]۔ شکل (4.39b) میں ایک کھلونا دکھایا گیا ہے [illegible]۔ چونکہ اس پوزیشن میں اس کا سنٹر آف گریویٹی نیچے ہوتا ہے۔



شکل 4.38 [illegible]

شکل 4.39 (a) [illegible]
(b) [illegible]

- پیرالل فورسز کے عمل کی لائنیں ایک دوسرے کے متوازی ہوتی ہیں۔
- اگر تمام پیرالل فورسز ایک ہی سمت میں ہوں تو یہ لائیک پیرالل فورسز کہلاتی ہیں۔ اگر دو پیرالل فورسز ایک دوسرے کی مخالف سمت میں ہوں تو یہ ان لائیک پیرالل فورسز کہلاتی ہیں۔
- دو یا دو سے زیادہ فورسز کا مجموعہ ریزلٹنٹ فورس کہلاتا ہے۔
- دو یا دو سے زیادہ فورسز کا ریزلٹنٹ معلوم کرنے کا گرافیکل طریقہ ہیڈ ٹو ٹیل رول کہلاتا ہے۔
- کسی فورس کو ایک دوسرے پر عموداً دو کمپوننٹس میں تقسیم کرنا فورس کی تحلیل یا ریزولوشن کہلاتا ہے۔ یہ عمودی کمپوننٹس $F_x$ اور $F_y$ کہلاتے ہیں۔

$$F_x = F\cos\theta, \quad F_y = F\sin\theta$$

- کسی فورس کی مقدار اور سمت اس کے عمودی کمپوننٹس سے معلوم کی جا سکتی ہے۔ یعنی

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} \qquad \theta = \tan^{-1}\frac{F_y}{F_x}$$

- کسی فورس کا ٹارک یا مومنٹ آف فورس اس فورس کا ٹرننگ اثر کہلاتا ہے۔ یہ فورس اور فورس سے عمودی فاصلے کے حاصل ضرب کے مساوی ہوتا ہے۔
- مومنٹس کے اصول کے مطابق توازن کی حالت میں کسی جسم پر عمل کرنے والے کلاک وائز مومنٹس کا مجموعہ اس پر عمل کرنے والے اینٹی کلاک وائز مومنٹس کے مجموعے کے مساوی ہوتا ہے۔
- کسی جسم کا سنٹر آف ماس وہ پوائنٹ ہے جہاں کوئی بیرونی فورس جسم میں بغیر گردش کے حرکت کا باعث بنتی ہے۔
- کسی جسم کا سنٹر آف گریویٹی ایک ایسا پوائنٹ ہوتا ہے جہاں اس کا کل وزن عمودی نیچے کی جانب عمل کرتا ہے۔
- دو ایسی فورسز کپل بناتی ہیں جو مقدار میں مساوی لیکن سمت میں مخالف اور ایک لائن آف ایکشن پر نہ ہوں۔
- اگر کسی جسم پر عمل کرنے والی ریزلٹنٹ فورس صفر ہو تو وہ توازن کی حالت میں ہوتا ہے۔
- توازن کی پہلی صورت میں جسم یا تو ریسٹ میں رہتا ہے یا یونیفارم ولاسٹی سے حرکت کرتا ہے۔
- ایک جسم توازن کی دوسری شرط پوری کرتا ہے اگر اس پر عمل کرنے والا ریزلٹنٹ ٹارک صفر ہو۔
- ایک جسم قیام پذیر یا سٹیبل توازن کی حالت میں ہوتا ہے اگر وہ معمولی سا ہلانے کے بعد واپس اپنی پہلی پوزیشن میں آ جاتا ہے۔
- اگر جسم معمولی سا ہلانے کے بعد چھوڑنے سے واپس اپنی پہلی پوزیشن میں نہیں آتا اور وہ گر جاتا ہے تو وہ غیر قیام پذیر توازن کی حالت میں ہوتا ہے۔
- اگر کوئی جسم معمولی سا ہلانے کے بعد چھوڑنے سے نئی پوزیشن میں ہی رہے تو وہ نیوٹرل توازن کی حالت میں ہوتا ہے۔

4.1 دیے گئے ممکنہ جوابات میں سے درست جواب کے گرد دائرہ لگائیے۔

(i) دو مساوی لیکن ان لائیک پیرالل فورسز جن کا لائن آف ایکشن مختلف ہو پیدا کرتی ہیں:

(a) ٹارک (b) کپل
(c) اکوی لبریم (d) نیوٹرل اکوی لبریم

ہیڈ ٹو ٹیل رول سے ویکٹرز کی کتنی تعداد جمع کی جا سکتی ہے

(a) 2 (b) 3

(c) 4 (d) کوئی بھی تعداد

کسی ویکٹر کے عمودی کمپوننٹس کی تعداد ہوتی ہے

(a) 1 (b) 2

(c) 3 (d) 4

10 نیوٹن کی ایک فورس x ایکسز کے ساتھ 30° کا زاویہ بناتی ہے۔ اس فورس کا y کمپوننٹ ہوگا

(a) 4N (b) 5N

(c) 7N (d) 8.7N

ایک کپل مل کر بنتا ہے

(a) دو ایک جیسی پیرالل فورسز سے

(b) دو نا برابر پیرالل فورسز سے

(c) ایک ہی لائن میں عمل کرنے والی دو برابر اور مخالف فورسز سے

(d) ایک ہی لائن میں عمل نہ کرنے والی دو برابر اور مخالف فورسز سے

ایک جسم ڈائنامک ایکوئلبریم میں ہوتا ہے جب اس

(a) کا ایکسلریشن زیرو نہ ہو

(b) کی سپیڈ زیرو نہ ہو

(c) کی سپیڈ اور ایکسلریشن زیرو نہ ہو

(d) کا ایکسلریشن صفر ہو

ایک جسم نیوٹرل ایکوئلبریم میں ہوتا ہے جب اس کا سنٹر آف گریوٹی

(a) بلند ترین پوزیشن پر ہو

(b) پست ترین پوزیشن پر ہو

(c) اپنی بلندی برقرار رکھتا ہے اگر اسے اپنی جگہ سے ہلایا جائے

(d) جسم کے اندر رہتا ہے

ریسنگ کاریں متوازن بنائی جاتی ہیں ان کی

(a) سپیڈ بڑھا کر

(b) ماس کم کر کے

(c) سنٹر آف گریوٹی نیچے کر کے

(d) چوڑائی کم کر کے

مندرجہ ذیل کی تعریف کیجیے۔

(i) ریزلٹنٹ ویکٹر (ii) ٹارک

(iii) سنٹر آف ماس (iv) سنٹر آف گریوٹی

مندرجہ ذیل میں فرق کیجیے۔

(i) لائک اور ان لائک پیرالل فورسز

(ii) ٹارک اور کپل

(iii) اسٹیبل اور نیوٹرل ایکوئلبریم

ہیڈ ٹو ٹیل رول ویکٹرز کا ریزلٹنٹ معلوم کرنے میں کس طرح مدد کرتا ہے؟

کسی فورس کو اس کے عمودی کمپوننٹس میں کس طرح تحلیل کیا جا سکتا ہے؟

کوئی جسم کب ایکوئلبریم میں ہوتا ہے؟

ایکوئلبریم کی پہلی شرط کی وضاحت کیجیے۔

ایکوئلبریم کی دوسری شرط کی کیا ضرورت ہے اگر کوئی جسم ایکوئلبریم کی پہلی شرط پوری کرتا ہے؟

ایکوئلبریم کی دوسری شرط کیا ہے؟

کسی ایسے متحرک جسم کی مثال دیجیے جو ایکوئلبریم میں ہو۔

1. [illegible]

2. [illegible]

[illegible]

4.1 [illegible]

(i) 10 [illegible] x [illegible]

(ii) 6 [illegible] y [illegible]

(iii) 4 [illegible] x [illegible]

(8.5 N [illegible] 45° [illegible] x)

4.2 50 N [illegible] x [illegible] 30° [illegible]

(43.3N, 25N)

4.3 اس قوت کی مقدار اور سمت بتائیے جس کا x-کمپوننٹ 12 N اور y-کمپوننٹ 5 N ہے۔

(13 N x-محور کے ساتھ 22.6° [illegible])

4.4 100 [illegible] 10 cm [illegible]

(10 Nm)

4.5 [illegible] x [illegible] 30° [illegible] x-کمپوننٹ 20 N [illegible]

23.1 N

4.6 [illegible] 16 cm [illegible] 50 N [illegible]

(16 Nm)

4.7 [illegible] 3.8 N [illegible] 4.4 N [illegible]

(8.2 N)

4.8 5 kg [illegible] 3 kg [illegible]

(80N, 30N)

4.9 [illegible] 10 cm [illegible] 200 N [illegible] 150 N [illegible]

(13.3 cm)

4.10 10 [illegible] 1 m [illegible] 20 cm [illegible]

(40 N)

# یونٹ 5

# گریوی ٹیشن

## (Gravitation)

[illegible]

اس یونٹ کے مطالعہ کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ

- نیوٹن کا گریوی ٹیشن کا قانون بیان کر سکیں۔
- اس حقیقت کی وضاحت کر سکیں کہ گریوی ٹیشنل فورسز اور نیوٹن کے تیسرے قانون سے ہم آہنگ ہیں۔
- وضاحت کر سکیں کہ گریوی ٹیشنل فیلڈ ایک فورس کی فیلڈ ہے۔
- وزن کی تعریف کر سکیں بطور ایک فورس جو گریوی ٹیشنل فیلڈ میں کسی جسم پر عمل کرتی ہے۔
- گریوی ٹیشن کے قانون کی مدد سے زمین کا ماس معلوم کر سکیں۔
- نیوٹن کے گریوی ٹیشن کے قانون کی مدد سے متعلقہ سوالات حل کر سکیں۔
- وضاحت کر سکیں کہ g کی قیمت زمین سے بلندی کے ساتھ کم ہوتی جاتی ہے۔
- سیٹلائٹس کی موشن کو سمجھنے کے لیے نیوٹن کے گریوی ٹیشن کے قانون کی اہمیت پر بحث کر سکیں۔

[illegible]

- نیوٹن کے گریوی ٹیشن کے قانون کی مدد سے ... کے باعث ... کی قیمت ... کی وضاحت کر سکیں۔
- بتا سکیں کہ مصنوعی سیارے گریوی ٹیشنل فورس کے باعث کس طرح زمین کے گرد گھومتے رہتے ہیں۔

[illegible]

IX ... XI

آئزک نیوٹن پہلا شخص تھا جس نے گریویٹی کا تصور پیش کیا۔ 1665ء کی [illegible] ایک سیب زمین پر گرا۔ [illegible] اس نے گریویٹی کا تصور دیا [illegible] جس کے باعث سیارے سورج کے گرد اور چاند زمین کے گرد گھومتے ہیں۔ یہ یونٹ گریویٹیشن سے متعلق کئی تصورات پر بحث کرتا ہے۔

[illegible]

[illegible] آربٹ (orbit) میں رکھتی ہے۔ [illegible] کائنات میں [illegible] دوسری کو اپنی جانب کھینچتا ہے۔ [illegible] فورس آف گریویٹیشن کا نام دیا۔

## Law of Gravitation

[illegible]

> کائنات میں [illegible] اپنی جانب کھینچتی ہے [illegible]

[illegible] m [illegible]
شکل (5.1) میں دکھایا گیا ہے۔ ان کے مراکز کے درمیان فاصلہ d ہے۔

شکل 5.1 [illegible] اپنی جانب کھینچتی ہیں

گریویٹیشن کے قانون کے مطابق گریویٹیشنل فورس کی کشش کی فورس F جس سے دو فاصلہ d پر پڑے ہوئے دو ماسز $m_1$ اور $m_2$ ایک دوسرے کو اپنی جانب کھینچتی ہے اس طرح ہے۔

$$F \propto m_1 m_2$$

$$F \propto \frac{1}{d^2}$$

یا

$$F \propto \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

$$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2} \quad \ldots (5.1)$$

شکل 5.3: کسی جسم کا وزن اس جسم اور زمین کے درمیان گریویٹیشنل فورس کے باعث ہوتا ہے۔

یہاں G ایک کونسٹنٹ ہے جسے گریویٹیشنل کونسٹنٹ کہتے ہیں۔ SI یونٹس میں اس کی قیمت $6.673 \times 10^{-11}\ Nm^2 kg^{-2}$ ہے اور یہ ہر جگہ ایک ہی رہتی ہے۔ G کی قیمت انتہائی کم ہونے کی وجہ سے ہم اپنے اطراف میں موجود اجسام کے درمیان کشش کی گریویٹیشنل فورس کا اثر محسوس نہیں کر سکتے۔ چونکہ زمین کا ماس بہت زیادہ ہے اس لیے یہ اجسام کو زمین کی سطح کی جانب کھینچتی ہے۔ زمین پر کسی جسم کا وزن اس جسم اور زمین کے درمیان گریویٹیشنل فورس کی کشش کا نتیجہ ہے۔

نوٹ کریں کہ ماس $m_1$، ماس $m_2$ کو فورس F سے اپنی جانب کھینچتا ہے جبکہ ماس $m_2$، ماس $m_1$ کو اتنی ہی فورس F سے لیکن اس کی مخالف سمت میں اپنی جانب کھینچتا ہے۔ اگر ماس $m_1$ پر عمل کرنے والی فورس کو ایکشن کہا جائے تو ماس $m_2$ پر عمل کرنے والی فورس اس کا ری ایکشن ہوگی۔ گریویٹیشن کی کشش کی فورسز کے باعث ایکشن اور ری ایکشن مقدار میں مساوی لیکن سمت میں مخالف ہوتے ہیں۔ یہ بات نیوٹن کے موشن کے تیسرے قانون سے مطابقت رکھتی ہے۔ جس کے مطابق ہر ایکشن کا ہمیشہ ایک مساوی لیکن مخالف ری ایکشن ہوتا ہے۔

**مثال 5.1**

دو سیف کے ڈبے جن میں سے ہر ایک کا ماس 1000 kg ہے ایک دوسرے کے مرکز سے 1 m کے فاصلے پر رکھے گئے ہیں۔ ان کے درمیان گریوی ٹیشنل فورس معلوم کریں جس سے وہ ایک دوسرے کو کھینچتے ہیں۔

**حل**

$$m_1 = 1000\ \text{kg}$$
$$m_2 = 1000\ \text{kg}$$
$$d = 1\ \text{m}$$

چونکہ $$F = G\frac{m_1 m_2}{d^2}$$

قیمتیں درج کرنے سے

$$F = 6.673\times10^{-11}\ \text{Nm}^2\text{kg}^{-2}\times\frac{1000\ \text{kg}\times1000\ \text{kg}}{(1\ \text{m})^2}$$

$$F = 6.673\times10^{-5}\ \text{N}$$

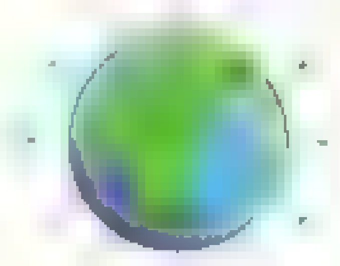
اس طرح سیفوں کے درمیان گریوی ٹیشنل فورس $6.673\times10^{-5}$ N ہے۔

### گریوی ٹیشنل فیلڈ (Gravitational Field)

نیوٹن کے گریوی ٹیشن کے قانون کے مطابق ماس m کے کسی جسم اور زمین کے درمیان گریوی ٹیشنل فورس درج ذیل مساوات کے مطابق ہوتی ہے۔

$$F = G\frac{mM_e}{r^2} \quad \dots\dots\dots (5.2)$$

یہاں $M_e$ زمین کا ماس اور r جسم کا زمین کے مرکز سے فاصلہ ہے۔ کسی جسم کا وزن اس گریوی ٹیشنل فورس کی وجہ سے ہوتا ہے جس سے زمین اسے نیچے کی جانب کھینچتی ہے۔ گریوی ٹیشنل فورس ایک غیر متصل (non-contact) فورس ہے۔ مثال کے طور پر اوپر کی طرف پھینکے گئے جسم کی سپیڈ کم ہوتی چلی جاتی ہے جبکہ واپسی پر اس کی سپیڈ بڑھتی چلی جاتی ہے۔ یہ زمین کی اس گریوی ٹیشنل فورس کے باعث ہے جو اس جسم پر عمل کر رہی ہے۔ خواہ وہ جسم زمین کے ساتھ متصل ہو یا نہ ہو۔ ایسی فورس فیلڈ فورس کہلاتی ہے۔ یہ فرض کیا گیا ہے کہ گریوی ٹیشنل فیلڈ زمین کے گرد ہر طرف موجود ہے۔ اس فیلڈ کا رخ زمین کے مرکز کی طرف ہوتا ہے جیسا کہ شکل (5.3)



شکل 5.3: زمین کے مرکز کی جانب موجود زمین کا گریوی ٹیشنل فیلڈ۔

میں تیر کے نشانات سے دکھایا گیا ہے۔

جتنا ہم زمین سے دور ہوتے ہیں اتنا ہی گریویٹیشنل فیلڈ کمزور ہوتا ہے۔ زمین کے گریویٹیشنل فیلڈ میں کسی جگہ یونٹ ماس پر عمل کرنے والی گریویٹیشنل فورس اس جگہ زمین کی گریویٹیشنل فیلڈ کی طاقت (gravitational field strength) کہلاتی ہے۔ کسی بھی جگہ پر اس کی قیمت اس جگہ پر g کی قیمت کے برابر ہوتی ہے۔ زمین کی سطح کے قریب گریویٹیشنل فیلڈ کی طاقت $10\ Nkg^{-1}$ ہے۔

[illegible]

فرض کریں کہ ماس m کا کوئی جسم زمین کی سطح پر پڑا ہے جیسا کہ شکل (5.4) میں دکھایا گیا ہے۔ زمین کا ماس $M_e$ اور ریڈیس R ہے۔ اس جسم کا زمین کے مرکز سے فاصلہ زمین کے ریڈیس R کے برابر ہی ہوگا۔ گریویٹیشن کے قانون کے مطابق اس جسم پر عمل کرنے والی زمین کی گریویٹیشنل فورس F درج ذیل ہوگی۔

$$F = G\frac{m M_e}{R^2} \quad \ldots\ldots \quad (5.3)$$

لیکن وہ فورس جس سے زمین کسی جسم کو اپنی جانب کھینچتی ہے وہ اس کے وزن w کے برابر ہوتی ہے۔ اس لیے

$$F = w = mg \quad \ldots\ldots \quad (5.4)$$

یا
$$mg = G\frac{m M_e}{R^2} \quad \ldots\ldots \quad (5.5)$$

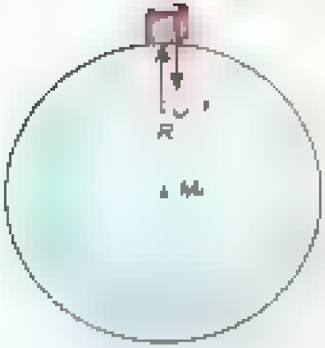
اس طرح
$$g = G\frac{M_e}{R^2} \quad \ldots\ldots \quad (5.6)$$

اور
$$M_e = \frac{R^2 g}{G} \quad \ldots\ldots \quad (5.7)$$

مساوات (5.7) میں قیمتیں درج کرنے سے زمین کا ماس $M_e$ معلوم کیا جا سکتا ہے۔

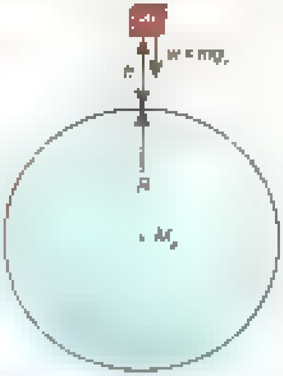
$$M_e = \frac{(6.4\times 10^6\ m)^2 \times 10\ m s^{-2}}{6.673\times 10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}}$$
$$= 6.0 \times 10^{24}\ kg$$

یعنی زمین کا ماس $6 \times 10^{24}$ kg ہے۔



شکل 5.4: کسی جسم کا وزن اس جسم اور زمین کے درمیان گریویٹیشنل فورس کے برابر ہوتا ہے۔

## 5.3 بلندی کے ساتھ g میں تبدیلی
Variation of g with Altitude




شکل 5.5 جسم کی سطح زمین سے بلندی h پر [illegible]

مساوات (5.6) سے ظاہر ہے کہ سطح زمین پر گریوی ٹیشنل ایکسلریشن g کی قیمت کا انحصار زمین کے ریڈیس R پر ہے۔ g کی قیمت زمین کے ریڈیس کے مربع کے معکوس پر منحصر ہوتی ہے یعنی یہ کونسٹنٹ نہیں ہوتی۔ یہ بلندی کے ساتھ کم ہوتی چلی جاتی ہے۔ کسی جگہ کی بلندی اس جگہ کی سطح سمندر سے اونچائی ہوتی ہے۔ پہاڑوں کی نسبت سطح سمندر پر g کی قیمت زیادہ ہوتی ہے۔

فرض کریں کہ ایک جسم جس کا ماس m ہے سطح زمین سے بلندی h پر پڑا ہے۔ جیسا کہ شکل (5.5) میں دکھایا گیا ہے۔ اس جسم کا زمین کے مرکز سے فاصلہ (R + h) ہے۔ بلندی h پر گریوی ٹیشنل ایکسلریشن کی قیمت $g_h$ مساوات (5.6) کی مدد سے معلوم کر سکتے ہیں۔

$$g_h = G\frac{M_e}{(R+h)^2} \qquad \ldots\ (5.8)$$

مساوات (5.8) سے ظاہر ہے کہ سطح زمین سے زمین کے ایک ریڈیس کے برابر بلندی پر g کی قیمت ایک چوتھائی رہ جاتی ہے۔ اسی طرح سطح زمین سے زمین کے دو ریڈیس کے برابر بلندی پر g کی قیمت نواں حصہ رہ جاتی ہے۔

[illegible]
1 [illegible]
2 [illegible]
3 [illegible]

### مثال 5.2

1000 کلومیٹر کی بلندی پر گریوی ٹیشنل ایکسلریشن g کی قیمت معلوم کیجیے۔ زمین کا ماس $6 \times 10^{24}$ kg اور زمین کا ریڈیس 6400 km ہے۔

حل

$$R = 6400\ \text{km}$$
$$h = 1000\ \text{km}$$
$$M_e = 6.0 \times 10^{24}\ \text{kg}$$
$$g_h = ?$$
$$R + h = 6400\ \text{km} + 1000\ \text{km} = 7400\ \text{km}$$
$$= 7.4 \times 10^6\ \text{m}$$

چونکہ $g_h = G\dfrac{M_e}{(R+h)^2}$

[illegible]

مختلف اجرام فلکی کی سطح پر g کی قیمت [illegible]

| اجرام فلکی | g (m s$^{-2}$) |
|---|---|
| سورج | 274.2 |
| عطارد | 3.7 |
| زہرہ | 8.87 |
| چاند | 1.62 |
| مریخ | 3.73 |
| مشتری | 25.94 |

$$g_h = \frac{6.673 \times 10^{-11}\ \text{Nm}^2\text{kg}^{-2} \times 6.0 \times 10^{24}\ \text{kg}}{(7.4 \times 10^{6}\ \text{m})^2}$$

$$= 7.3\ \text{Nkg}^{-1} = 7.3\ \text{ms}^{-2}$$

پس گریویٹیشنل فیلڈ سٹرینتھ g کی قیمت 1000 km کی بلندی پر $7.3\ ms^{-2}$ ہوگی۔

## 5.4 مصنوعی سیٹلائٹس (Artificial Satellites)

کوئی جسم جو کسی سیارے کے گرد گھومتا ہے وہ سیٹلائٹ کہلاتا ہے۔ چاند زمین کے گرد چکر لگاتا ہے اس لیے چاند زمین کا قدرتی سیٹلائٹ ہے۔ سائنس دانوں نے بے شمار سیٹلائٹس خلا میں بھیجے ہیں۔ ان میں سے جو زمین کے گرد گھومتے ہیں انہیں مصنوعی سیارے یا مصنوعی سیٹلائٹ کہتے ہیں۔ بہت سے زمین کے گرد گھومنے والے مصنوعی سیٹلائٹس کمیونیکیشن (communication) کے لیے استعمال ہوتے ہیں۔ مصنوعی سیٹلائٹس پر جا کر سائنس دان خلا میں تجربات کرتے ہیں۔

جیو سٹیشنری سیٹلائٹ کا زمین سے فاصلہ 42 300 km ہے۔ زمین سے لحاظ سے ساکن رہتا ہے۔

گلوبل پوزیشننگ سسٹم (GPS) ایک نیویگیشن سسٹم ہے۔ یہ سسٹم کسی بھی جگہ پر درست پوزیشن معلوم کرنے کے لیے استعمال ہوتا ہے۔ GPS کل 24 سیٹلائٹس پر مشتمل ہے۔ یہ سیٹلائٹس دن میں دو مرتبہ زمین کے گرد 3.87 kms⁻¹ کی سپیڈ سے گردش کرتے ہیں۔

شکل 5.6: زمین سے h بلندی پر سیٹلائٹ زمین کے گرد گھوم رہا ہے

بے شمار مصنوعی سیٹلائٹس زمین کے مختلف آربٹس میں گردش میں ہیں۔ یہ زمین کے گرد اپنا ایک چکر مکمل کرنے کے لیے زمین سے بلندی h کے لحاظ سے مختلف وقت لیتے ہیں۔ کمیونیکیشن سیٹلائٹس زمین کے گرد اپنا ایک چکر 24 گھنٹوں میں مکمل کرتے ہیں۔ چونکہ زمین بھی اپنے محور کے گرد 24 گھنٹے میں ایک چکر مکمل کرتی ہے اس لیے کمیونیکیشن سیٹلائٹس زمین کے حوالے سے ساکن نظر آتے ہیں۔ یہی وجہ ہے کہ ان سیٹلائٹس کا آربٹ جیو سٹیشنری آربٹ کہلاتا ہے۔ ان سیٹلائٹس سے سگنلز وصول کرنے والے یا ان کی جانب سگنلز بھیجنے والے ڈش انٹینا کا رخ بھی ایک جگہ پر ایک سا رہتا ہے۔

### مصنوعی سیاروں کی حرکت Motion of Artificial Satellites

مصنوعی سیارے کو ایک سینٹری پیٹل فورس کی ضرورت ہوتی ہے جو اسے زمین کے گرد مدار میں رکھتی ہے۔ زمین اور مصنوعی سیارے کے درمیان موجود گریویٹیشنل فورس کی کشش یہ ضروری سینٹری پیٹل فورس مہیا کرتی ہے۔

زمین کے گرد ایک سیارہ جس کا ماس m ہے، زمین سے h بلندی پر ایک آربٹ میں جس کا ریڈیس $r_o$ ہے $v_o$ سپیڈ سے گردش کر رہا ہے۔ مساوات (3.26) کے مطابق اس کو درکار سینٹری پیٹل فورس ہے

$$F_c = \frac{mv_o^2}{r_o}$$

یہ فورس سیارے اور زمین کے درمیان گریویٹیشنل فورس کی کشش مہیا کرتی ہے جو سیارے کے وزن $w'$ ($mg_h$) کے مساوی ہے۔ یعنی

$$F_c = w' = mg_h \quad \dots \dots \dots (5.9)$$

یا $$mg_h = \frac{mv_o^2}{r_o}$$

یا $$v_o^2 = g_h r_o$$

یا $$v_o = \sqrt{g_h r_o} \quad \dots \dots \dots \dots (5.10)$$

چونکہ $$r_o = R + h$$

اس طرح $$v_o = \sqrt{g_h (R+h)} \quad \dots \dots \dots (5.11)$$

مساوات (5.10) سے ہم سیٹلائٹ کی وہ سپیڈ معلوم کرتے ہیں جو سیٹلائٹ کو زمین کے گرد ریڈیس $r_o = (R + h)$ کے آربٹ میں گردش کرنے کے لیے درکار ہے۔ اگر سیٹلائٹ زمین کے قریب آربٹ میں گردش کر رہا ہو تو $R >> h$ اس کی اندازاً سپیڈ معلوم کی جا سکتی ہیں۔

$$R + h \approx R$$

اور $$g_h = g$$

اس طرح $$v_o = \sqrt{gR} \quad \dots \dots \dots \dots (5.12)$$

زمین کے انتہائی قریب گردش کرنے والے سیٹلائٹ کی سپیڈ $v_o$ تقریباً $8\ kms^{-1}$ یعنی $29000\ kmh^{-1}$ ہوگی۔

> چاند زمین سے تقریباً 3,80,000 km دور ہے۔ چاند 27.3 دنوں میں زمین کے گرد ایک چکر پورا کرتا ہے۔

- نیوٹن کے گریوی ٹیشن کے قانون کے مطابق کائنات میں موجود ہر جسم ہر دوسرے جسم کو ایک ایسی فورس سے اپنی جانب کھینچتا ہے جو ان کے ماسز کے حاصل ضرب کے ڈائریکٹلی پروپورشنل اور ان کے مراکز کے درمیان فاصلہ کے مربع کے انورسلی پروپورشنل ہوتی ہے۔
- زمین ہر جسم کو اس کے ویٹ کے برابر فورس سے اپنی جانب کھینچتی ہے۔
- گریوی ٹیشنل فیلڈ زمین کی گریوی ٹیشنل فورس کی کشش کے باعث اس کے گرد ہر طرف موجود ہے۔
- کسی جگہ ایک یونٹ ماس پر عمل کرنے والی گریوی ٹیشنل فورس اس جگہ زمین کی گریوی ٹیشنل فیلڈ کی طاقت کہلاتی ہے۔ زمین کی سطح کے قریب یہ $10\ Nkg^{-1}$ ہے۔
- گریوی ٹیشنل ایکسلریشن $g = G\dfrac{M_e}{R^2}$
- زمین کا ماس $M_e = \dfrac{R^2 g}{G}$
- h بلندی پر گریوی ٹیشنل ایکسلریشن ہے

$$g_h = G\frac{M_e}{(R+h)^2}$$

- وہ اجسام جو سیاروں کے گرد گردش کرتے ہیں سیٹلائٹ کہلاتے ہیں۔ چاند زمین کے گرد گردش کرتا ہے۔ پس چاند زمین کا قدرتی سیٹلائٹ ہے۔
- سائنسدانوں نے بے شمار اجسام خلا میں بھیجے ہیں۔ ان میں سے کچھ زمین کے گرد گردش کرتے ہیں۔ یہ مصنوعی سیٹلائٹ کہلاتے ہیں۔
- مصنوعی سیٹلائٹ کی آربٹل سپیڈ ہے

$$v_o = \sqrt{g_h (R+h)}$$

5.1 درج ذیل ہر جزو میں سے درست جواب کے گرد دائرہ لگائیے۔

(i) زمین کی گریوی ٹیشنل فورس غائب ہو جاتی ہے۔

(a) 6400 km پر (b) لامحدود فاصلہ پر
(c) 42300 km پر (d) 1000 km پر

(ii) g کی قیمت بڑھتی ہے۔

(a) جسم کا ماس بڑھنے سے
(b) بلندی بڑھنے سے
(c) بلندی کم ہونے سے
(d) ان میں سے کوئی بھی نہیں

(iii) g کی قیمت سطح زمین سے زمین کے ریڈیس کے مساوی بلندی پر ہوتی ہے۔

(a) 2g (b) ½ g
(c) ⅓ g (d) ¼ g

(iv) چاند کی سطح پر g کی قیمت $1.6\ ms^{-2}$ ہے۔ چاند پر 100 kg کے ایک جسم کا وزن ہوگا۔

(a) 100 N (b) 160 N
(c) 1000 N (d) 1600 N

(v) جیو سینٹری آربٹ جس میں کمیونیکیشن سیٹلائٹ گردش

کرتے ہیں ان کی بلندی تقریباً زمین سے ہوتی ہے

(a) 850 km (b) 1000 km

(c) 6,400 km (d) 42,300 km

(vi) نچلے آربٹ کے سیٹلائٹ کی اوسط سپیڈ ہوتی ہے

(a) صفر (b) 8 $ms^{-1}$

(c) 800 $ms^{-1}$ (d) 8000 $ms^{-1}$

5.2 گریوی ٹیشنل فورس سے کیا مراد ہے؟

5.3 کیا آپ زمین کو کھینچتے ہیں یا زمین آپ کو کھینچتی ہے؟ کون زیادہ فورس سے کھینچتا ہے آپ یا زمین؟

5.4 فیلڈ فورس کیا ہوتی ہے؟

5.5 قدیم سائنسدان گریوی ٹیشنل فورس کا اندازہ لگانے سے قاصر رہے۔ کیوں؟

5.6 آپ کس طرح کہہ سکتے ہیں کہ گریوی ٹیشنل فورس ایک فیلڈ فورس ہے؟

5.7 گریوی ٹیشنل فیلڈ کی طاقت سے کیا مراد ہے؟ وضاحت کیجیے۔

5.8 یونیورسل گریوی ٹیشن کا قانون کیا ہے؟ یہ کیوں اہم ہے؟

5.9 نیوٹن کے یونیورسل گریوی ٹیشن کے قانون کی وضاحت کیجیے۔

5.10 زمین کا ماس کس طرح معلوم کیا جا سکتا ہے؟

5.11 کیا آپ چاند کا ماس معلوم کر سکتے ہیں؟ اگر کر سکتے ہیں تو اسے معلوم کرنے کے لیے آپ کو کن چیزوں کی ضرورت ہوتی ہے؟

5.12 g کی ویلیو زمین کی سطح پر مختلف جگہوں پر کیوں مختلف ہوتی ہے؟

5.13 g کی قیمت بلندی کے ساتھ کس طرح تبدیل ہوتی ہے؟ وضاحت کیجیے۔

5.14 مصنوعی سیٹلائٹ کیا ہوتے ہیں؟

5.15 نیوٹن کا یونیورسل گریوی ٹیشن کا قانون سیٹلائٹس کی موشن کو سمجھنے میں کس طرح مدد کرتا ہے؟

5.16 کسی سیٹلائٹ کی سپیڈ کن چیزوں پر منحصر ہوتی ہے؟

5.17 جیو سٹیشنری سیٹلائٹس جیو سینکرونس آربٹ میں کیوں بھیجے جاتے ہیں؟

5.1 دو گولے جن میں سے ہر ایک کا ماس 1000 kg ہے۔ ان کے مراکز کے درمیان فاصلہ 0.5 m ہے۔ ان کے درمیان گریوی ٹیشنل فورس معلوم کیجیے۔ $(2.67 \times 10^{-4}\ N)$

5.2 دو یکساں بیلڈ گولے 1 m کے فاصلہ پر ہیں۔ گولوں کے درمیان گریوی ٹیشنل فورس 0.006673 N ہے۔ ان کے ماس معلوم کیجیے۔ (10,000 kg ہر گولے کا)

5.3 مریخ کا ماس $6.42 \times 10^{23}$ kg اور اس کا ریڈیس 3370 km ہے۔ مریخ کی سطح پر گریوی ٹیشنل ایکسلریشن معلوم کیجیے۔ $(3.77\ ms^{-2})$

5.4 چاند کی سطح پر گریوی ٹیشنل ایکسلریشن $1.62\ ms^{-2}$

ہے۔ چاند کا ریڈیس 1740 km ہے۔ چاند کا ماس معلوم کیجیے۔ ($7.35 \times 10^{22}$ kg)

5.5 زمین کی سطح سے 3600 km کی بلندی پر g کی قیمت معلوم کیجیے۔ ($4.0\ ms^{-2}$)

5.6 جیوسٹیشنری سیٹلائٹ پر زمین کی وجہ سے g کی قیمت معلوم کیجیے۔ جیوسٹیشنری آربٹ کا ریڈیس 48700 km ہے۔ ($0.17\ ms^{-2}$)

5.7 زمین کے مرکز سے 10,000 km کے فاصلے پر g کی قیمت $4\ ms^{-2}$ ہے۔ زمین کا ماس معلوم کیجیے۔ ($5.99 \times 10^{24}$ kg)

5.8 کتنی بلندی پر g کی قیمت زمین کی سطح پر g کی قیمت کا ایک چوتھائی ہو جاتی ہے؟ (زمین کے ایک ریڈیس کے برابر)

5.9 ایک پولر سیٹلائٹ زمین سے 850 km کی بلندی پر گردش کر رہا ہے۔ اس کی آربٹل سپیڈ معلوم کیجیے۔ ($7431\ ms^{-1}$)

5.10 ایک جیوسٹیشنری سیٹلائٹ زمین سے 42000 km کی بلندی پر گردش کر رہا ہے۔ اس کی آربٹل سپیڈ معلوم کیجیے۔ ($2876\ ms^{-1}$)

یونٹ 6

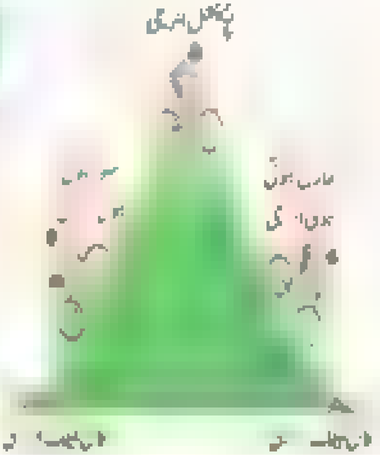
# ورک اور انرجی

## (Work and Energy)

اس یونٹ کے مطالعہ کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ

- ورک اور اس کے SI یونٹ کی تعریف کر سکیں۔
- ورک کی مساوات سے پتا کیا ورک معلوم کر سکیں۔

  ورک = فورس × فورس کی سمت میں طے کردہ فاصلہ
- انرجی، کائنیٹک انرجی اور پوٹینشل انرجی کی تعریف بیان کر سکیں۔ انرجی کے SI یونٹ کی تعریف کر سکیں۔
- ثابت کر سکیں کہ کائنیٹک انرجی $K.E = \frac{1}{2}mv^2$ اور پوٹینشل انرجی $P.E = mgh$ اور مساوات کی مدد سے مشقی سوالات حل کر سکیں۔
- انرجی کی مختلف قسموں کی مثالوں سے وضاحت کر سکیں۔
- مختلف مثالوں سے ایسے پراسس (process) بیان کر سکیں جن کے ذریعے انرجی کو ایک شکل سے دوسری شکل میں تبدیل کیا جاتا ہے۔
  - فوسل فیول انرجی
  - ہائیڈرو الیکٹرک جنریشن
  - سولر انرجی
  - نیوکلیئر انرجی
  - جیوتھرمل انرجی
  - ونڈ انرجی
  - بائیو ماس انرجی
- ماس انرجی مساوات $E = mc^2$ بیان کر سکیں اور اس کی مدد سے مشقی سوالات حل کر سکیں۔




اس یونٹ کی بنیاد ہے

انرجی — سائنس V

الیکٹرک کرنٹ اور میگنیٹزم — سائنس VI

یہ یونٹ رہنمائی کرتا ہے

انرجی اور ماحول — فزکس X

- بلاک ڈایاگرام کی مدد سے فوسل فیول ان پٹ سے الیکٹرسٹی آؤٹ پٹ کے پروسیس سے الیکٹرسٹی پیدا ہونے کا عمل بیان کر سکیں۔
- پاور جنریشن سے متعلق ماحولیاتی مسائل کی فہرست تیار کر سکیں
- انرجی فلو چارٹس کی مدد سے متوازن کیفیت والے سسٹم مثلاً الیکٹرک لیمپ، کسی پاور ہاؤس، کسی ہموار سڑک پر کونسٹنٹ سپیڈ سے چلتی ہوئی گاڑی وغیرہ میں انرجی کے بہاؤ کی وضاحت کر سکیں۔
- قابل تجدید اور ناقابل تجدید انرجی کے ذرائع میں مثالوں کی مدد سے تفریق کر سکیں۔
- کسی ورکنگ سسٹم کی ایفیشنسی کی تعریف کر سکیں۔ نیچے دیے گئے فارمولا کی مدد سے کسی ورکنگ سسٹم کی ایفیشنسی معلوم کر سکیں۔
- ایفیشنسی = مطلوبہ شکل میں تبدیل شدہ حاصل کردہ انرجی / کل مہیا کردہ انرجی
- وضاحت کر سکیں کہ کسی سسٹم کی ایفیشنسی 100% کیوں نہیں ہو سکتی۔
- پاور کی تعریف کر سکیں اور نیچے دیے گئے فارمولا کی مدد سے پاور معلوم کر سکیں۔
- پاور = ورک / وقت
- پاور کے SI یونٹ واٹ اور اس کی کنورژن کے یونٹ ہارس پاور کی تعریف کر سکیں۔
- اس یونٹ میں سیکھی جانے والی مساوات کی مدد سے مشقی سوالات حل کر سکیں۔

- دوہرے انکلائنڈ پلین پر نیچے کی جانب لڑھکتے ہوئے کسی گیند میں انرجی کنزرویشن کا مشاہدہ کر سکیں اور مشاہدہ کی وضاحت کے لیے مفروضہ (hypothesis) قائم کر سکیں۔
- دوڑتے ہوئے سیڑھیاں چڑھنے اور چلتے ہوئے سیڑھیاں چڑھنے کے لیے پیدا ہونے والی ذاتی پاور (personal power) کا موازنہ سٹاپ واچ کی مدد سے کر سکیں۔

[illegible]

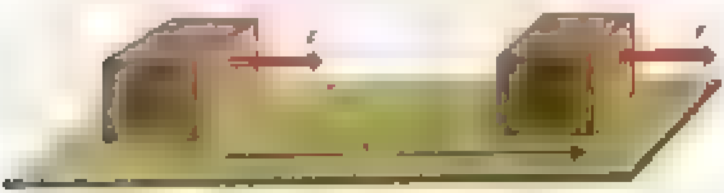
- [illegible] کے مختلف [illegible] کی [illegible] مثالیں [illegible] حرکی انرجی، [illegible] انرجی، [illegible] اور اس [illegible] کا تجزیہ کریں۔
- [illegible] سے متعلق [illegible] اور تصورات [illegible] کے قانون [illegible] وضاحت کر سکیں۔
- [illegible] کر سکیں۔
- [illegible] کے قانون کی وضاحت کر سکیں۔ نیز [illegible] (dynamo) [illegible] کرتے ہوئے جسم میں انرجی کی ایک شکل سے دوسری شکل میں تبدیلی کی وضاحت [illegible] اس قانون کا اطلاق [illegible]۔
- [illegible] انرجی کے مؤثر استعمال کی فہرست بنا سکیں۔

[illegible] سے متعلق ہوتا ہے۔ سائنس میں ورک کا ایک [illegible] ہے۔ مثال کے طور پر [illegible] اپنے سر پر اٹھا [illegible] صرف اس صورت میں ہوتا ہے جب کوئی [illegible] میں [illegible]۔ جب ورک ہوتا ہے تو انرجی استعمال ہوتی ہے۔ [illegible] کا باہمی تعلق ہے۔ [illegible] میں انرجی ایک اہم تصور ہے [illegible] ہماری [illegible] سے متعلق ہے۔

## 6.1 ورک (Work)

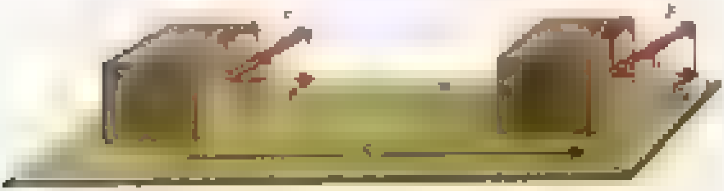
فزکس کے مطابق ورک اس وقت ہوتا ہے جب کسی جسم پر عمل کرنے والی فورس اسے فورس کی سمت میں حرکت دیتی ہے۔ سوال پیدا ہوتا ہے کہ فورس سے کس قدر ورک [illegible] یا قدرتی طور پر کسی جسم پر عمل کرنے والی فورس جتنی بڑی ہوگی اور جسم جتنا زیادہ فاصلہ فورس کی سمت میں طے کرے گا اتنا ہی ورک زیادہ ہوگا۔ حسابی طریقے سے ورک، فورس F اور فورس کی سمت میں ہونے والے ڈسپلیسمنٹ S کا حاصل ضرب ہے۔ یعنی

$$W = FS \quad \ldots \ldots \ldots \quad (6.1)$$



شکل 6.1: فورس کی سمت میں جسم کو حرکت دینے میں کیا گیا ورک

بعض اوقات فورس اور ڈسپلیسمنٹ ایک ہی سمت میں نہیں ہوتے۔ جیسا کہ شکل (6.2) میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 6.2: ڈسپلیسمنٹ کے ساتھ θ زاویہ پر فورس کا کیا گیا ورک

یہاں فورس F افقی سطح کے ساتھ ایک زاویہ θ بناتی ہے جس پر جسم کو حرکت دی جاتی ہے۔ فورس F کو عمودی کمپوننٹس $F_x$ اور $F_y$ میں تحلیل کرتے ہیں

$$F_x = F\cos\theta$$

$$F_y = F\sin\theta$$

جب فورس اور ڈسپلیسمنٹ S متوازی نہیں ہوتے تو فورس کا صرف x کمپوننٹ $F_x$ ہی جسم کو حرکت میں لانے کا باعث ہوتا ہے جبکہ اس کا y کمپوننٹ $F_y$ نہیں۔

$$W = F_x S$$

$$= (F\cos\theta)\, S$$

$$W = FS\cos\theta \quad \ldots \ldots \ldots \quad (6.2)$$

[illegible]
[illegible] 100 N [illegible]
[illegible] 10 m [illegible]
[illegible]
1 [illegible]
2 [illegible] 30° [illegible]

> ورک اس صورت میں ہوگا جب کسی جسم پر کوئی فورس عمل کرے اور وہ جسم کچھ فاصلہ فورس کی سمت میں طے کرے۔

ورک ایک سکیلر مقدار ہے۔ اس کا انحصار کسی جسم پر عمل کرنے والی فورس، جسم کے طے کردہ فاصلے اور ان کے درمیانی زاویہ پر ہوتا ہے۔

**ورک کا یونٹ**

ورک کا SI یونٹ جول (joule) ہے۔ اس کی تعریف یوں کی گئی ہے۔

> ایک جول وہ ورک ہے جو ایک نیوٹن فورس اپنی ہی سمت میں ایک میٹر تک حرکت دیتے ہوئے کرتی ہے۔

یعنی $1\,J = 1\,N \times 1\,m$

جول (J) ورک کا ایک چھوٹا یونٹ ہے۔ اس کے بڑے یونٹس کلو جول (kJ) اور میگا جول (MJ) ہیں۔

1 کلو جول $(1\,kJ) = 1000\,J = 10^{3}\,J$

1 میگا جول $(1\,MJ) = 1000000\,J = 10^{6}\,J$

**مثال 6.1**

ایک لڑکی 10 kg کا تھیلا لے کر سیڑھی پر 18 قدم چڑھتی ہے۔ ہر قدم کی اونچائی 20 cm ہے۔ تھیلے کو اوپر لے جانے میں کیے گئے ورک کی مقدار معلوم کیجیے۔ (جبکہ $g = 10\,ms^{-2}$)

**حل**

تھیلے کا ماس $m = 10\,kg$

تھیلے کا وزن $w = mg$

قیمتیں درج کرنے سے

$$w = 10\,kg \times 10\,ms^{-2}$$
$$= 100\,N$$

اس تھیلے کو اٹھا کر سیڑھیاں چڑھنے میں تھیلے کے وزن w کے مساوی اوپر کی جانب فورس F لگتی ہے۔ پس

فورس $F = 100\,N$

بلندی $h = 18 \times 0.2\,m = 3.6\,m$

چونکہ $W = F h$

اس لیے $= 100 \times 3.6 = 360\ J$

پس لڑکی نے 360 J ورک کیا ہے۔

## 6.2 انرجی (Energy)

شکل 6.3: بہتا ہوا پانی انرجی کا حامل ہوتا ہے۔

سائنس میں ایک اہم اور بنیادی تصور انرجی ہے۔ یہ قریباً تمام مظاہر قدرت (natural phenomena) سے متعلق ہے۔ جب ہم کہتے ہیں کہ کسی جسم میں انرجی ہے تو ہمارا مطلب ہوتا ہے کہ اس میں ورک کرنے کی صلاحیت ہے۔ ندی کے بہتے ہوئے پانی میں ورک کرنے کی صلاحیت ہوتی ہے اس لیے یہ انرجی کا حامل ہوتا ہے۔ بہتے ہوئے پانی کی انرجی واٹرمل (watermill) یا ٹربائن چلانے کے لیے استعمال کی جا سکتی ہے۔

انرجی کی مختلف اقسام ہیں۔ مثلاً مکینیکل انرجی، ہیٹ انرجی، ساؤنڈ انرجی، لائٹ انرجی، الیکٹریکل انرجی، کیمیکل انرجی، نیوکلیئر انرجی وغیرہ۔ انرجی کو کسی ایک شکل سے دوسری شکل میں تبدیل کیا جا سکتا ہے۔

شکل 6.4: ونڈ انرجی سمندر میں تیرتی ہوئی کشتیوں کو چلاتی ہے۔

> کسی جسم کے ورک کرنے کی صلاحیت کو انرجی کہتے ہیں۔

مکینیکل انرجی کی دو اقسام ہیں۔ کائنیٹک انرجی اور پوٹینشل انرجی۔

## 6.3 کائنیٹک انرجی (Kinetic Energy)

متحرک ہوا کو ونڈ (wind) کہتے ہیں۔ ہم ونڈ انرجی (wind energy) کو مختلف ورک کرنے کے لیے استعمال کر سکتے ہیں۔ یہ ونڈ مل چلا سکتی ہے اور بادبانی کشتیوں کو دھکیل سکتی ہے۔ اسی طرح کسی دریا میں بہتا ہوا پانی لکڑی کے شہتیروں (logs) کو ایک جگہ سے دوسری جگہ لے جا سکتا ہے۔ نیز الیکٹریسٹی پیدا کرنے کے لیے ٹربائن چلانے میں مدد دے سکتا ہے۔ لہٰذا متحرک جسم کائنیٹک انرجی کا حامل ہوتا ہے۔ کیونکہ یہ متحرک ہونے کی وجہ سے ورک کر سکتا ہے۔ جسم کی تمام کائنیٹک انرجی استعمال ہونے پر جسم کی موشن رک جاتی ہے۔

> کسی جسم میں اس کی موشن کے باعث پائی جانے والی انرجی کائنیٹک انرجی کہلاتی ہے۔

فرض کیجیے ماس $m$ کا ایک جسم ولاسٹی $v$ سے حرکت کر رہا ہے۔ یہ جسم کسی مخالف سمت میں عمل کرنے والی فورس کی وجہ سے کچھ فاصلہ $S$ طے کرنے کے بعد رک جاتا ہے جیسا کہ فورس آف فرکشن وغیرہ۔ ایک متحرک جسم میں کائنی ٹک انرجی ہوتی ہے اور وہ اس وقت تک فورس آف فرکشن $F$ کے خلاف ورک کرنے کی صلاحیت رکھتا ہے جب تک اس کی تمام انرجی استعمال نہیں ہو جاتی۔ پس

فرکشن کی مدد سے جسم کا کیا گیا ورک = جسم کی کائنی ٹک انرجی

$$K.E. = FS \quad \ldots\ldots\ldots (6.3)$$

$$v_i = v$$

$$v_f = 0$$

چونکہ

$$F = ma$$

$$a = -\frac{F}{m}$$

چونکہ فورس آف فرکشن کی مدد سے موشن کو روکا گیا ہے اس لیے ایکسلریشن $a$ نیگیٹو ہے۔ حرکت کی تیسری مساوات کی مدد سے

$$2aS = v_f^2 - v_i^2$$

$$2\left(-\frac{F}{m}\right)S = (0)^2 - (v)^2$$

$$FS = \frac{1}{2}mv^2 \quad \ldots\ldots\ldots (6.4)$$

مساوات (6.3) اور (6.4) کی مدد سے

$$K.E. = \frac{1}{2}mv^2 \quad \ldots\ldots\ldots (6.5)$$

مساوات (6.5) کی مدد سے ولاسٹی $v$ سے حرکت کرتے ہوئے ماس $m$ کے کسی جسم کی کائنی ٹک انرجی معلوم کی جاتی ہے

### مثال 6.2

ایک پتھر جس کا ماس 500 g ہے زمین سے $20\ ms^{-1}$ کی ولاسٹی سے ٹکراتا ہے۔ زمین سے ٹکرانے کے وقت پتھر کی کائنی ٹک انرجی کتنی ہوگی؟

حل

$$m = 500\ g = 0.5\ kg$$

$$v = 20\ ms^{-1}$$

چونکہ $K.E. = \frac{1}{2} mv^2$

قیمتیں درج کرنے سے

$$K.E. = \frac{1}{2} \times 0.5\ kg \times (20\ ms^{-1})^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 0.5\ kg \times 400\ m^2 s^{-2}$$

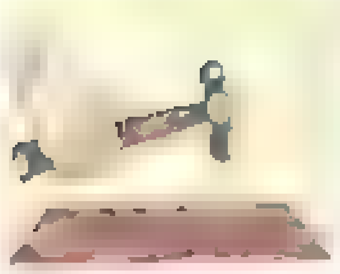
$$= 100\ J$$

پس زمین سے ٹکراتے وقت پتھر کی کائنیٹک انرجی 100 J ہے۔

## 6.4 پوٹینشل انرجی (POTENTIAL ENERGY)

کسی جسم میں کسی اور وجہ سے کام کرنے کی صلاحیت ہوتی ہے۔ مثلاً بلندی پر اٹھا ہوا ایک ہتھوڑا جب گرتا ہے تو کام کرنے کی صلاحیت رکھتا ہے۔ ایسا وہ اپنی پوزیشن کی وجہ سے انرجی کا حامل ہے۔ کسی جسم میں انرجی جو اس کی پوزیشن کی وجہ سے ہو اس کی پوٹینشل انرجی کہلاتی ہے۔

**کسی جسم کی پوزیشن کی وجہ سے اس میں کام کرنے کی صلاحیت پوٹینشل انرجی کہلاتی ہے۔**



(a)

(b)

شکل 6.5 (a) بلندی پر ہتھوڑا (b) تنی ہوئی کمان میں پوٹینشل انرجی ہوتی ہے۔

بلندی پر اٹھائے گئے ہتھوڑے میں پوٹینشل انرجی ہوتی ہے۔ بلندی پر ایک ہتھوڑا کام کرنے کی صلاحیت رکھتا ہے کیونکہ اس میں پوٹینشل انرجی ہوتی ہے۔ ایک تنی ہوئی کمان میں کھنچاؤ کی وجہ سے پوٹینشل انرجی ہوتی ہے۔ جب تیر چھوڑا جاتا ہے تو کمان میں ذخیرہ کی ہوئی انرجی تیر کو منتقل ہو جاتی ہے۔ تنی ہوئی کمان میں موجود انرجی الاسٹک پوٹینشل انرجی کہلاتی ہے۔

کسی ہتھوڑے میں موجود پوٹینشل انرجی اس کی بلندی کی وجہ سے ہے۔ کسی جسم میں اس کی بلندی کی وجہ سے موجود انرجی گریویٹیشنل پوٹینشل انرجی کہلاتی ہے۔ ماس $m$ کے کسی جسم کو زمین سے $h$ بلندی تک اٹھایا جائے تو وزن کے خلاف کیے گئے ورک کے برابر پوٹینشل انرجی حاصل کرے گا یعنی

$$\text{پوٹینشل انرجی}\quad P.E. = F \times h$$

$$= w \times h$$

$$(\text{کسی جسم کا وزن} = w = mg)$$

$$PE = wh = mgh \quad (6.6)$$

پس ثابت ہوا کہ جسم میں موجود پوٹینشل انرجی mgh ہے جو کہ
بلندی h تک اٹھانے میں کیے گئے ورک کے برابر ہے۔

50 کلوگرام ماس کے ایک جسم کو 3 m کی بلندی تک اٹھایا گیا ہے۔ اس کی
پوٹینشل انرجی معلوم کیجیے، جبکہ ( $g = 10ms^{-2}$ )

$$\text{ماس} \quad m = 50\ kg$$

$$\text{بلندی} \quad h = 3\ m$$

$$g = 10\ ms^{-2}$$

ہم جانتے ہیں کہ

$$PE = mgh$$

$$PE = 50\ kg \times 10\ ms^{-2} \times 3\ m$$

$$= 50 \times 10 \times 3\ J$$

$$= 1500\ J$$

پس جسم کی پوٹینشل انرجی 1500 J ہے۔

20 کلوگرام ماس کے ایک ساکن جسم پر 200 N کی ایک فورس عمل کر رہی
ہے۔ یہ فورس اس وقت تک عمل کرتی ہے جب تک کہ جسم 50 $ms^{-1}$ کی
ولاسٹی حاصل نہ کر لے۔ فورس کتنے فاصلے تک عمل کرتی ہے؟

$$\text{فورس} \quad F = 200\ N$$

$$\text{ماس} \quad m = 20\ kg$$

$$\text{ولاسٹی} \quad v = 50\ ms^{-1}$$

$$\text{فاصلہ} \quad S = ?$$

حل		جسم پر کیا گیا ورک = جسم کی حاصل کردہ کائنیٹک انرجی

$$FS = \frac{1}{2}mv^2$$

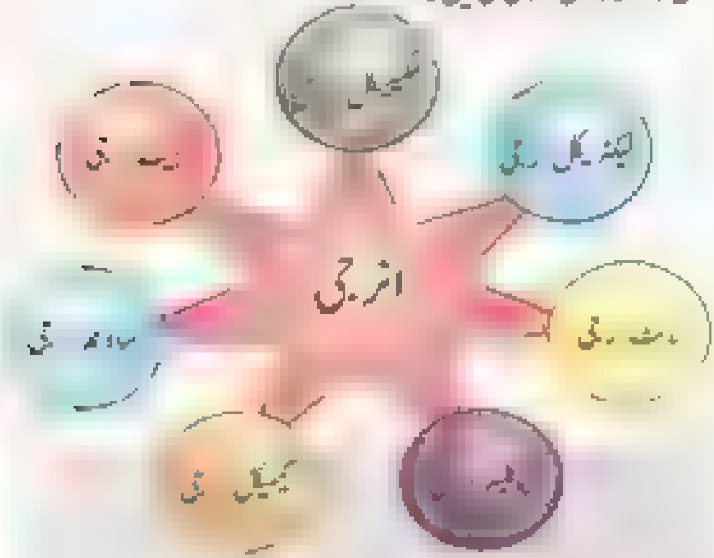
$$S = \frac{(20\,kg)\times(50\,ms^{-1})^2}{2\times 200\,N}$$

$$= 125\,m$$

پس جسم کا طے کردہ فاصلہ 125 m ہے۔

## 6.5 انرجی کی اقسام

انرجی مختلف اقسام میں پائی جاتی ہے۔ انرجی کی چند مثالیں اشکال (6.6) میں دکھائی گئی ہیں۔




شکل 6.6 انرجی کی چند اقسام

### مکینیکل انرجی

کسی جسم میں اس کی موشن یا پوزیشن یا دونوں کی وجہ سے موجود انرجی مکینیکل انرجی کہلاتی ہے۔ جیسے حرکت میں ستارہ، پانی، تیز ہوا، متحرک کار، بلندی پر ہوا ہتھوڑا، تنی ہوئی کمان، بجلی، سپرنگ وغیرہ مکینیکل انرجی کے حامل ہوتے ہیں۔

شکل 6.7 واٹر مل

### ہیٹ انرجی (Heat Energy)

حرارت گرم اجسام سے حاصل ہونے والی انرجی کی ایک قسم ہے۔ ایندھن جلانے سے بڑی مقدار میں حرارت حاصل کی جاتی ہے۔ فرکشنل فورسز جب کسی جسم کی موشن کو روکتی ہیں تب بھی حرارت پیدا ہوتی ہے۔ جب ہم ہاتھ رگڑتے ہیں ان کا بھی

شکل 6.8 سورج سے آنے والی ہیٹ انرجی

[illegible]

## [illegible] (Electrical E[illegible])

[illegible]

شکل 6.9 [illegible]

[illegible]

[illegible] (diaphragm) [illegible] (air column) [illegible]

## [illegible] (Light Energy)

[illegible]

شکل 6.10 [illegible]

شکل 6.11 [illegible]

[illegible] (fluorescent tubes) [illegible]

شکل 6.12 [illegible] (stove) [illegible]

### کیمیائی انرجی (Chemical Energy)

[illegible]

electric [illegible]

cells [illegible]

[illegible] (muscular) انرجی حاصل [illegible]

### نیوکلیئر انرجی (Nuclear Energy)

[illegible] (fission) [illegible] (fusion) [illegible]

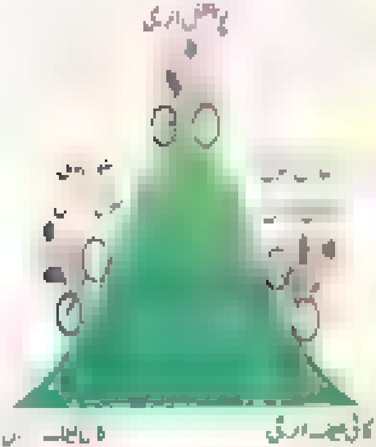
[illegible]

[illegible]

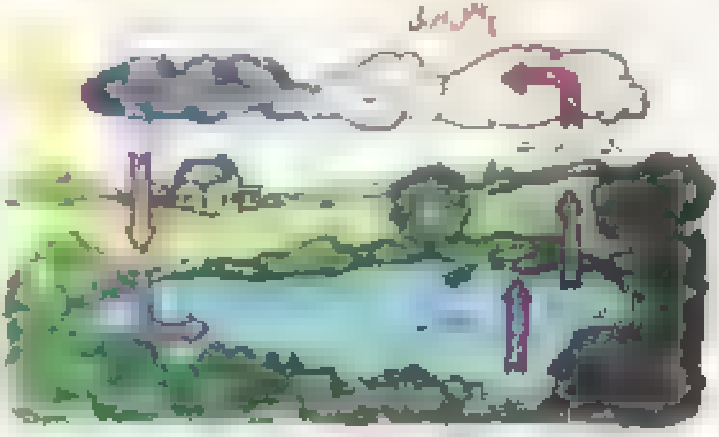
[illegible] ہونے والی انرجی جیسے کہ ٹھنڈی روٹی بجلی سے حاصل ہونے والی انرجی [illegible] کے پیدا [illegible] ہے

## 6.6 انرجی کی ایک شکل سے دوسری شکل میں تبدیلی

انرجی کو ختم نہیں کیا جا سکتا۔ تاہم اسے ایک شکل سے دوسری شکل میں تبدیل [illegible]



شکل 6.13 [illegible]



شکل 6.14 [illegible]

چونکہ آپ کے جسم نے کام کیا ہے، پٹھوں کو توانائی کی ضرورت ہے۔ آپ بھوک محسوس کرتے ہیں [illegible] آپ نے اپنی [illegible] پٹھوں کو [illegible] میں استعمال کی ہے جس کے نتیجے میں حرارت پیدا ہوتی ہے۔ پٹھوں کے [illegible] کے عمل میں کیمیکل انرجی ہیٹ انرجی میں تبدیل ہوتی ہے۔

قدرتی طور پر [illegible] ہونے والے [illegible] انرجی کی تبدیلیوں کا نتیجہ ہیں۔ مثال کے طور پر سورج سے آنے والی [illegible] سمندروں میں موجود پانی جذب کر لیتا ہے۔ [illegible] اس کی [illegible] میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ [illegible] بخارات [illegible] بن جاتے ہیں۔ جب یہ [illegible] ٹھنڈے علاقوں میں پہنچتے ہیں تو یہ پانی کے قطروں میں تبدیل ہو کر بارش کی شکل میں [illegible] ہیں۔ اس طرح [illegible] پوٹینشل انرجی میں تبدیل ہو جاتی ہے۔ جب بارش کا پانی نچلے علاقوں کی طرف بہتا ہے تو اس کی پوٹینشل انرجی کائی نیٹک انرجی میں تبدیل ہو جاتی ہے۔ [illegible] بہتے ہوئے پانی کی کائی نیٹک انرجی [illegible] مٹی [illegible] ہے۔ اسے زمینی کٹاؤ (soil erosion) کہتے ہیں۔

انرجی کی [illegible] کے دوران میں [illegible] کی تبدیلی کے دوران میں کسی بھی وقت کل انرجی [illegible] رہتی ہے۔

ایک پول والٹ کا کھلاڑی [illegible] ایک لچک دار پول استعمال کرتا ہے [illegible] کی شکل میں [illegible] حاصل کرنے [illegible] سے [illegible] حاصل کی ہوئی کائی نیٹک [illegible] جسم [illegible] اٹھانے میں مدد دیتی ہے [illegible] پوٹینشل انرجی [illegible] حاصل [illegible]

---

جو انرجی ہم استعمال کرتے ہیں وہ سب [illegible] حاصل ہوتی ہے۔ [illegible] سورج سے آتی ہے۔

### فوسل فیولز (Fossil Fuels)

ہم اپنے گھروں [illegible] گرم رکھنے، صنعت اور ٹرانسپورٹ چلانے کے لیے کوئلہ، تیل اور گیس جیسے فوسل فیولز استعمال کرتے ہیں۔ [illegible] (کاربن اور ہائیڈروجن) [illegible] ہوتے ہیں۔ جب انھیں جلایا جاتا ہے تو وہ ہوا کی آکسیجن کے ساتھ [illegible] ہو جاتے ہیں۔ [illegible] آکسیجن کے ساتھ [illegible] کاربن ڈائی آکسائیڈ [illegible] جاتا ہے [illegible] پانی بن جاتا ہے۔ [illegible]

شکل 6.15 بجلی گھر

انرجی حرارت کی شکل میں خارج ہوتی ہے۔ کوئلے کی صورت میں

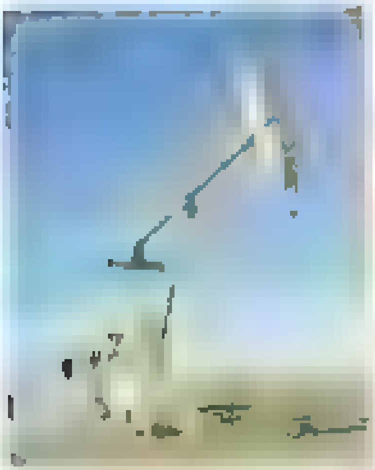
ہیٹ انرجی + کاربن ڈائی آکسائیڈ ← آکسیجن + کاربن

ہیٹ انرجی + پانی + کاربن ڈائی آکسائیڈ ← آکسیجن + [illegible]

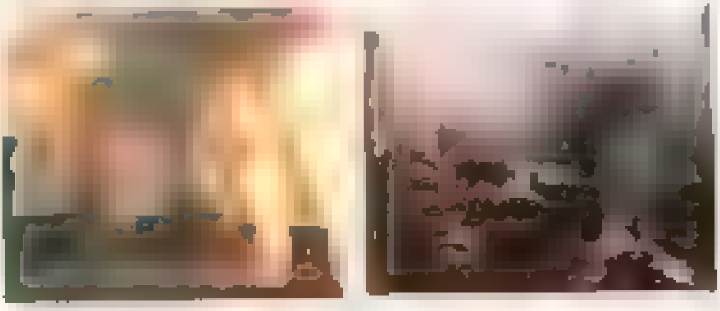
فوسل فیولز بننے میں کئی ملین سال لگتے ہیں۔ انہیں ناقابلِ تجدید (non-renewable) انرجی کے طور پر جانا جاتا ہے۔ ہم فوسل فیولز کو بہت تیزی کے ساتھ استعمال کر رہے ہیں۔ ہماری انرجی کی ضرورت کو پورا کرنے کے لیے ان کے استعمال میں روز بروز اضافہ ہو رہا ہے۔ اگر ہم موجودہ شرح سے ان کا استعمال جاری رکھتے ہیں تو یہ جلد ہی ختم ہو جائیں گے۔ ایسی صورت میں ساری دنیا کو انرجی کے شدید بحران کا سامنا ہوگا۔

شکل 6.16 ڈیم

علاوہ ازیں فوسل فیولز کا استعمال [illegible] ماحول کو آلودہ کر رہا ہے۔ یہ اخراجات جیسے [illegible] سنگین نوعیت کے سماجی اور اقتصادی مسائل کا سبب بنے گا۔ لہٰذا یہ ضروری ہے کہ ہم انہیں کفایت شعاری سے استعمال کریں [illegible] کے ساتھ



شکل 6.17 ایک ونڈ مل



شکل 6.18: فیولز کے جلنے کے سبب ماحولیاتی آلودگی

ساتھ اپنی مستقبل کی ضروریات کے لیے انرجی کے نئے ذرائع کو ترقی دیں۔ فوسل فیولز سے

[illegible] (waste products) [illegible]
[illegible]

## نیوکلیئر فیولز (Nuclear Fuels)

[illegible] (nuclear radiations) [illegible]

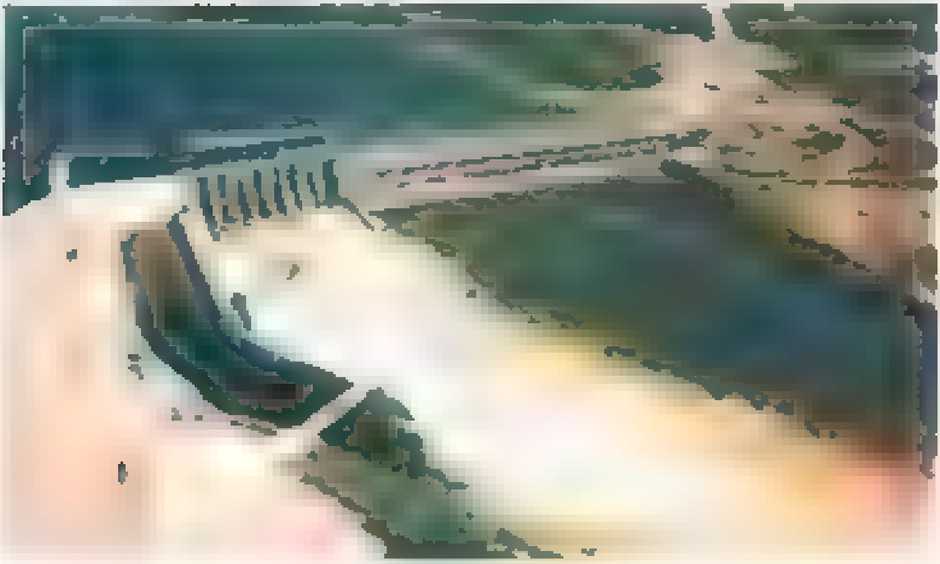
شکل 8.10 [illegible] (pallets)۔

## [illegible] (Renewable Energy Sources)

[illegible]

## پانی سے انرجی (Energy From Water)

[illegible]



شکل 6.20: ... ڈیم ... پانی ... سے بجلی حاصل کی جاتی ہے

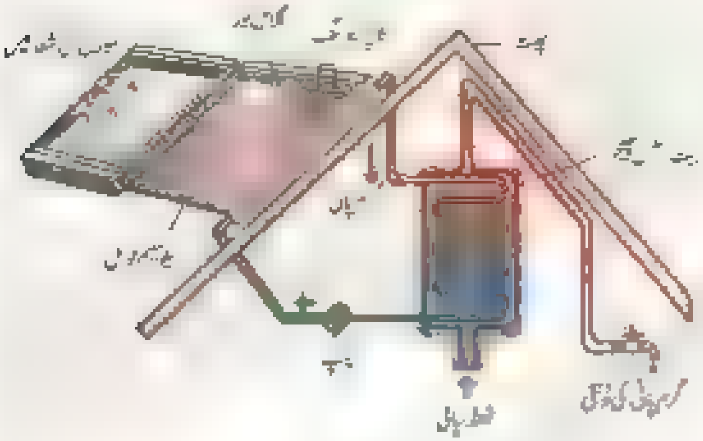
### سورج سے انرجی (Energy from the Sun)

سورج سے آنے والی انرجی کو سولر انرجی کہتے ہیں۔ سولر انرجی کو بلاواسطہ یا بالواسطہ استعمال کیا جاتا ہے۔ سورج کی روشنی کی طرح کی دوسری انرجیز بھی سورج کی شعاعیں زمین پر ... مہیا کرتی رہتی ہیں۔ ... زمین پر پہنچنے والی سولر انرجی کے ایک معمولی حصے کو استعمال کرنے کا کوئی مناسب طریقہ معلوم کر لیں تو یہ ہماری انرجی کی ضروریات پوری کرنے کے لیے کافی ہوگا۔

### سولر ہاؤس ہیٹنگ (Solar House Heating)

سولر انرجی کا استعمال ہو سکتا ہے تاہم اس کا گھروں اور دفاتر کے علاوہ کمرشل عمارتوں میں استعمال زیادہ ہے۔ سولر ہیٹنگ سسٹمز (solar heating systems) موسم سرما میں قلیل مقدار میں سورج کی روشنی پہنچنے والے علاقوں میں کامیابی سے استعمال ہو رہے ہیں۔ ایک ہیٹنگ سسٹم درج ذیل حصوں پر مشتمل ہوتا ہے۔

- کولیکٹر (A collector)
- سٹوریج ڈیوائس (A storage device)
- ڈسٹری بیوشن سسٹم (A distribution system)



شکل 6.21: ایک سولر واٹر ہیٹنگ سسٹم

شکل (6.21) میں سولر ہیٹنگ سسٹم کے کلیکٹر پینلز (panels) سے بنا ہوا
ایک سولر ہیٹر دکھایا گیا ہے۔ پینلز سورج کی انرجی کو جذب کرتے ہیں جو پینلز کی
پشت پر موجود پائپوں میں بہتے ہوئے پانی کو گرم کرتی ہیں۔ گرم پانی ٹینک میں جمع ہو جاتا ہے،
جسے بعد میں گھریلو ضروریات کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے۔

سولر انرجی سولر کوکرز (cookers)، سولر الیکٹرک پلانٹس، سولر پاور پلانٹس،
وغیرہ میں استعمال ہوتی ہے۔

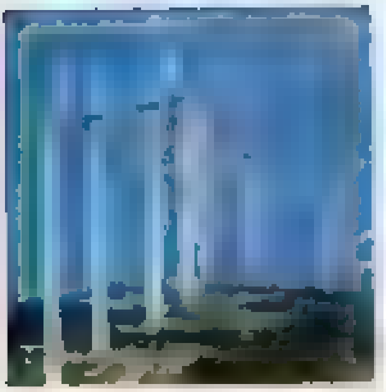
شکل 6.22: سولر کوکر

سولر سیلز کے ذریعے سورج کی روشنی براہ راست الیکٹریسٹی میں بھی تبدیل کی جا سکتی
ہے۔ ایک سولر سیل جسے فوٹو سیل بھی کہا جاتا ہے سلیکان ویفر (silicon wafer)
سے بنا ہوتا ہے۔ جب سورج کی روشنی سولر سیل پر پڑتی ہے تو یہ روشنی کو براہ راست
الیکٹریکل انرجی میں تبدیل کر دیتا ہے۔ سولر سیل کیلکولیٹر، گھڑیوں اور کھلونوں میں
استعمال کیے جاتے ہیں۔ سولر پینلز (solar panels) بنانے کے لیے سولر سیلز کی
ایک بڑی تعداد کو الیکٹرک تاروں کے ذریعے آپس میں ملایا جاتا ہے۔ سولر پینلز
کو ٹیلی فون بوتھس (telephone booths)، سیٹلائٹس، گھروں اور دور دراز کے علاقوں
میں الیکٹرک پاور مہیا کرنے کے لیے بھی استعمال کیے
جاتے ہیں۔

شکل 6.23: ایک گھر کی چھت پر لگا ہوا سولر پینل

... (trap) ... سے حاصل کی گئی ... بھی ...

ہیں۔ اگر سائنسدان سولر انرجی کو استعمال کرنے کا کوئی موثر اور سستا طریقہ دریافت کرنے میں کامیاب ہو جائیں تو ہم صاف اور آلودگی سے پاک لامحدود انرجی حاصل کرتے رہیں گے اس وقت تک جب تک سورج چمکتا رہے گا۔



شکل 6.24: ونڈ فارم

## ونڈ انرجی (Wind Energy)

ونڈ کو صدیوں سے بطور انرجی استعمال کیا جا رہا ہے۔ یہ سمندروں میں چلنے والے بادبانی جہازوں کو پاور مہیا کرنے کا سبب بنتی ہے۔ یہ ونڈ چکیوں میں اناج پیسنے اور پانی کو پمپ کرنے کے لیے استعمال کی جاتی رہی ہے۔ ونڈ پاور کو ونڈ ملز چلانے کے لیے بھی استعمال کیا جاتا ہے۔ شکل (6.24) میں ایک ونڈ فارم دکھایا گیا ہے۔ اس طرح کے ونڈ فارم میں بہت سی ونڈ مشینوں کو آپس میں ملا دیا جاتا ہے۔ وہ پاور پلانٹ کو چلانے کے لیے کافی پاور پیدا کر سکتی ہیں۔ امریکہ میں بعض ونڈ فارمز ایک دن میں 1300 میگا واٹ سے زیادہ الیکٹرسٹی پیدا کرتے ہیں۔ یورپ میں بہت سے ونڈ فارمز کا 100 میگا واٹ یا اس سے زیادہ الیکٹرسٹی پیدا کرنا ایک معمول ہے۔

## جیوتھرمل انرجی (Geothermal Energy)

شکل 6.25: جیوتھرمل پاور سٹیشن

زمین کے بعض حصوں میں زمین میں گیزرز (gysers) اور گرم چشموں سے گرم پانی مہیا ہوتا ہے۔ زمین سے اندر بہت زیادہ گہرائی پر واقع زمین کا اندرونی پگھلا ہوا گرم حصہ میگما (magma) کہلاتا ہے۔ زمین کے بعض حصوں میں سطح کے قریب پہنچنے والا پانی میگما کے بلند ٹمپریچر کی وجہ سے بھاپ میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ زمین کے اندر موجود اس انرجی کو جیوتھرمل انرجی کہا جاتا ہے۔ ایسی جگہوں پر جہاں میگما کی گہرائی زیادہ نہیں ہوتی گرم چٹانوں کے نزدیک تک گہری کھدائی کرنے سے جیوتھرمل کنواں (geothermal well) بنایا جا سکتا ہے۔ اس کنویں میں نیچے کی جانب پانی کو دھکیلا جاتا ہے۔ چٹانیں پانی کو اس طور پر گرم کر دیتی ہیں اور اسے بھاپ میں تبدیل کر دیتی ہیں۔ یہ بھاپ پھیلتی ہے اور سطح کی طرف بلند ہوتی ہے۔ جہاں سے پائپوں کے ذریعے گھروں اور دفاتر کو گرم رکھنے کے لیے بھیجی جاتی ہے اور اسے الیکٹرسٹی پیدا کرنے کے لیے بھی استعمال کیا جا سکتا ہے۔

[illegible] E [illegible]

[illegible]

[illegible] (farm wastes) [illegible]

کے لیے بھی استعمال ہوتا ہے [illegible] (forest products, [illegible] (bark) [illegible]

[illegible]

[illegible]

مطابق کسی جسم کے ماس میں ہونے والی کمی [illegible] مقدار میں انرجی پیدا کرتی ہے [illegible] ماس m اور انرجی E کے درمیان تعلق [illegible] انرجی مساوات سے بیان کیا گیا ہے۔

$$E = mc^2 \quad (6.7)$$

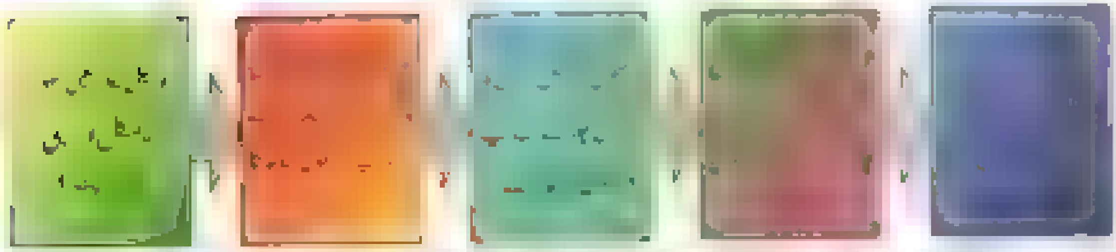
یہاں c روشنی کی رفتار ($3 \times 10^8\ ms^{-1}$) ہے [illegible] (highly concentrated) [illegible]

شکل 6.26 [illegible]

## فوسل فیولز سے الیکٹریسٹی کا حصول

[illegible]

شکل 6.27 [illegible]



شکل 6.27 [illegible]

### Energy and Environment

[illegible]

صفائی پولیوشن پیدا کرنے والے عوامل ناپسندیدہ اور [illegible]

[illegible]

گیسز کی خطرناک مقدار خارج ہوتی ہے۔

تھرمل پاور پلانٹس ... کی کافی مقدار خارج کرتے ہیں۔ نیوکلیئر پاور پلانٹس بہت احتیاط سے کام کرتے ہیں۔ ... خارج کی جانے والی حرارت اس میں رہنے والی آبی زندگی کو نقصان پہنچاتی ہے۔ دوسرے پاور پلانٹس کے برعکس نیوکلیئر پاور پلانٹس ... نہیں کرتے لیکن ان میں خطرناک تابکار فضلے (radioactive wastes) پیدا ہوتے ہیں۔

بہت سے ممالک کی حکومتیں فضائی پولیوشن کو کنٹرول کرنے کے لیے قانون سازی کر رہی ہیں۔ ان میں سے ... پاور پلانٹس، فیکٹریوں اور گاڑیوں سے خارج ہونے والی پولیوشن کی مقدار محدود کرتے ہیں۔ ان قوانین پر عمل کرتے ہوئے گاڑیوں میں کیٹالیٹک کنورٹر (catalytic converter) لگائے جاتے ہیں۔ یہ زہریلی پولیوشن پیدا کرنے والی گیسز کو تبدیل کرتی ہیں۔ لیڈ فری پٹرول (lead free petrol) کے استعمال سے ہوا میں لیڈ کی مقدار کافی حد تک کم ہوئی ہے۔ انجینئرز کاروں کے انجن کی اہلیت کو بہتر بنانے کے لیے کام کر رہے ہیں ... [illegible] ... استعمال کرتے ہیں۔

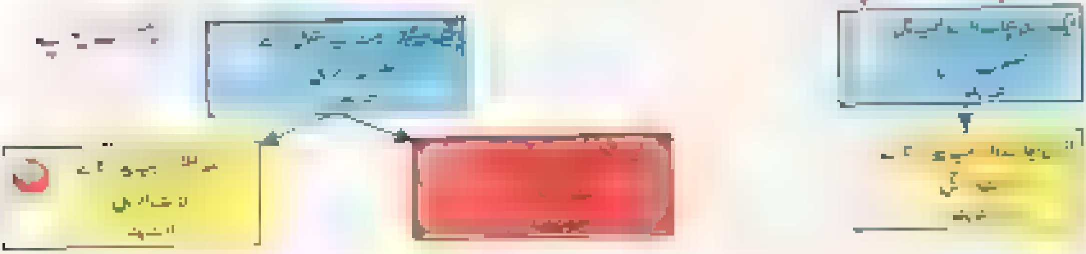
بہت سے علاقوں کی ... پولیوشن کم کرنے کے لیے قوانین ہیں جو ان علاقوں کو پولیوشن سے محفوظ رکھتے ہیں۔ ... مشینوں کے استعمال ... پولیوشن کنٹرول کرنے میں مددگار ثابت ہو سکتی ہے۔ ... شیئرنگ رائیڈز (sharing rides) پر سفر کرنا اور پبلک ٹرانسپورٹ کا استعمال ایسے طریقے ہیں جن سے سڑک پر چلنے والی گاڑیوں کی تعداد میں خاطر خواہ کمی ہوتی ہے۔

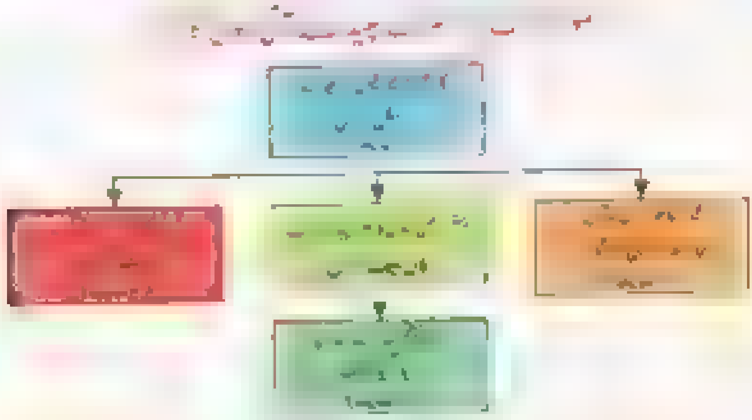
## انرجی کنورژن کی فلو ڈایاگرام

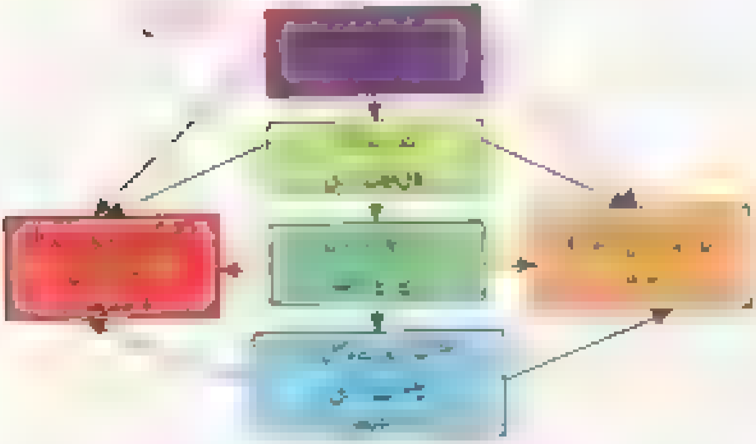
Energy Flow Diagram ... [illegible]

انرجی کنورژن کے ہر مرحلے میں استعمال کی گئی انرجی کا ایک حصہ کار آمد ورک میں تبدیل ہو جاتا ہے اور انرجی کا باقی ماندہ حصہ ویسٹ انرجی اور ضائع شدہ انرجی کی شکل میں ماحول میں منتقل ہو جاتا ہے۔ ... انرجی فلو ڈایاگرام ... انرجی کنورژن کی حاصل کی گئی انرجی کی دیگر شکلوں میں تبدیلی ظاہر کرتی ہیں۔

انرجی بچانے والا لیپ







## 6.8 ایفیشنسی (Efficiency)

کسی مشین سے ورک کس طرح لیا جاتا ہے؟ ہم مشین کو کسی خاص شکل کی انرجی مہیا کرتے ہیں جو مشین کے ورک کرنے کے لیے ضروری ہوتی ہے۔ انسانی مشین کو بھی مختلف ورک کرنے کے لیے انرجی درکار ہوتی ہے۔ ہم اپنے جسم کی انرجی کی ضرورت پوری کرنے کے لیے خوراک کھاتے ہیں۔

شکل 6.28 الیکٹرک ڈرل

[illegible]

| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
|---|---|---|---|
| 100 J | [illegible] | 5 J | 5 % |
| 100 J | [illegible] | 20 J | 20 % |
| 100 J | [illegible] | 80 J | 80 % |
| 100 J | [illegible] | 55 J | 55 % |
| 100 J | [illegible] | 3 J | 3 % |

اضافی معلومات — چند [illegible] کی ایفیشنسی

[illegible]

$$\text{ایفیشنسی} = \frac{\text{آؤٹ پٹ [illegible]}}{\text{کل ان پٹ [illegible]}} \qquad (6.8)$$

$$\text{\% ایفیشنسی} = \frac{\text{آؤٹ پٹ [illegible]}}{\text{کل ان پٹ [illegible]}} \times 100 \qquad (6.9)$$

[illegible] 100 [illegible] 100 [illegible] (ان پٹ) سے ہمیشہ کم ہوتی ہے۔

مثال 6.5

[illegible] 100 J [illegible]

یہ 12 J کارآمد ورک کرتا ہے۔ اس کی ایفی شنسی معلوم کیجیے۔

**حل**

سائیکلسٹ کا کیا گیا کارآمد ورک = 12J

سائیکلسٹ کی استعمال کی گئی انرجی = 100 J

$$\text{ایفی شنسی} = \frac{12J}{100J}$$

$$= 0.12$$

یا فیصد ایفی شنسی = 0.12×100 = 12 %

پس سائیکلسٹ کی ایفی شنسی 12% ہے۔

## 6.9 پاور (Power)

دو آدمیوں نے مساوی ورک کیا۔ ایک نے یہ عمل کرنے کے لیے ایک گھنٹہ صرف کیا جبکہ دوسرے نے یہی ورک پانچ گھنٹوں میں مکمل کیا۔ بلاشبہ دونوں نے مساوی ورک کیا لیکن اس شرح میں فرق ہے جس شرح سے ورک کیا گیا۔ ایک نے دوسرے کے مقابلے میں زیادہ تیزی سے ورک کیا ہے۔ وہ مقدار جس سے ہمیں ورک کرنے کی شرح معلوم ہوتی ہے پاور کہلاتی ہے یعنی

> ورک کرنے کی شرح کو پاور کہتے ہیں

اسے حسابی شکل میں یوں لکھتے ہیں۔

$$\text{پاور}\quad P = \frac{\text{ورک}}{\text{وقت}}$$

$$\text{یا}\quad P = \frac{W}{t} \qquad (6.10)$$

چونکہ ورک اور وقت غیر سمتی مقداریں ہیں، اس لیے پاور بھی ایک غیر سمتی مقدار ہے۔ پاور کا SI یونٹ واٹ (W) ہے۔ اس کی تعریف یوں کی جاتی ہے

> اگر کسی جسم پر ایک سیکنڈ میں ایک جول ورک کیا جائے تو اس کی پاور ایک واٹ ہوگی۔

پاور کے بڑے یونٹس کلوواٹ (kW) اور میگاواٹ (MW) وغیرہ ہیں۔

$$1\ \text{کلوواٹ}\ (1kW) = 1000\,W = 10^3\,W$$

$1$ میگاواٹ $(1MW) = 1000\,000\ W = 10^6\ W$

$1$ ہارس پاور $= 1hp = 746\ W$

## مثال 6.6

ایک شخص $M_1$ 200 N کی قوت سے 10 cm کی بلندی تک ایک بوجھ 80 s میں اٹھاتا ہے۔ جبکہ دوسرا شخص $M_2$ یہی ورک کرنے میں 10 s لیتا ہے۔ ہر ایک کی پاور معلوم کیجیے۔

حل

$F = 200\ N$

$S = 10\ m$

آدمی $M_1$ کا وقت $= t_1 = 80\ s$

آدمی $M_2$ کا وقت $= t_2 = 10\ s$

ہم جانتے ہیں کہ

ورک $= F \times S$

ورک $= 200\ N \times 10\ m$

$= 2000\ J$

آدمی $M_1$ کی پاور $= \dfrac{\text{ورک}}{t_1}$

$= \dfrac{2000\ J}{80\ s} = 25\ Js^{-1}$

$= 25\ W$

آدمی $M_2$ کی پاور $= \dfrac{\text{ورک}}{t_2}$

$= \dfrac{2000\ J}{10\ s} = 200\ Js^{-1}$

$= 200\ W$

چنانچہ آدمی $M_1$ کی پاور 25 W اور $M_2$ کی پاور 200 W ہے۔

## مثال 6.7

ایک پمپ 70 kg پانی 16 m کی عمودی بلندی تک 10 s میں پہنچا سکتا ہے۔ پمپ کی پاور معلوم کیجیے۔ پاور کو ہارس پاور میں بھی معلوم کیجیے۔

حل

پانی کا ماس $m = 70\ kg$

بلندی $S = 16\ m$

وقت $t = 10\ s$

چونکہ $F = w = mg$

$F = 70\ kg \times 10\ ms^{-2}$

$= 700\ N$

ہم جانتے ہیں کہ ورک $W = F \times S$

$W = 700\ N \times 16\ m$

$= 11200\ J$

پاور $= \dfrac{W}{t}$

$P = \dfrac{11200\ J}{10\ s} = 1120\ Js^{-1}$

$= 1120\ W$

اور $1\ hp = 746\ W$

$P = \dfrac{1120\ W}{746\ W}\ hp$

$= 1.5\ hp$

پمپ کی پاور 1.5 hp ہے۔

- جب کوئی فورس کسی جسم پر عمل کرتے ہوئے اسے فورس کی سمت میں حرکت دیتی ہے تو کہا جاتا ہے کہ ورک ہوا ہے۔
  - ڈسپلیسمنٹ × فورس = ورک
  - ورک کا SI یونٹ جول (J) ہے۔
- ایک جول وہ ورک ہے جو ایک نیوٹن فورس اپنی سمت میں ایک میٹر تک حرکت دینے میں کرتی ہے۔
- جب ہم کہتے ہیں کہ کسی جسم میں انرجی ہے تو اس سے ہمارا مطلب ہوتا ہے کہ اس میں ورک کرنے کی صلاحیت ہے۔
- انرجی مختلف اقسام میں پائی جاتی ہے۔ جیسا کہ مکینیکل انرجی، ہیٹ انرجی، لائٹ انرجی، ساؤنڈ انرجی، الیکٹریکل انرجی، کیمیکل انرجی اور نیوکلیئر انرجی، وغیرہ۔ انرجی کو ایک شکل سے دوسری شکل میں تبدیل کیا جا سکتا ہے۔

- کسی متحرک جسم میں پائی جانے والی انرجی کائنیٹک انرجی کہلاتی ہے۔
- کسی جسم میں پوزیشن کی وجہ سے موجود انرجی پوٹینشل انرجی کہلاتی ہے۔
- انرجی نہ پیدا کی جا سکتی ہے اور نہ فنا کی جا سکتی ہے۔ تاہم اسے ایک شکل سے دوسری شکل میں تبدیل کیا جا سکتا ہے۔
- قدرتی طور پر واقع ہونے والے پراسس انرجی میں تبدیلی کا نتیجہ ہیں۔ سورج سے آنے والی حرارت سمندروں کے پانی کو بخارات میں تبدیل کر کے بادلوں میں تبدیل کرتی ہے۔ جب وہ ٹھنڈے ہو جاتے ہیں تو پانی کے قطرے بارش کی شکل میں نیچے گرتے ہیں۔
- آئن سٹائن نے ماس اور انرجی کی باہمی تبدیلی کی پیش گوئی $E = mc^2$ مساوات سے کی۔
- فوسل فیولز نا قابل تجدید انرجی کے طور پر جانے جاتے ہیں۔ کیونکہ انہیں موجودہ شکل تک پہنچنے میں لاکھوں سال لگے۔
- سورج کی روشنی، ہوا، پانی وغیرہ انرجی کے قابل تجدید ذرائع ہیں۔ یہ وہ ذرائع ہیں جو کبھی ختم نہیں ہوں گے۔
- ماحولیاتی مسائل مثلاً شور، فضائی آلودگی اور پانی کی آلودگی مختلف ذرائع جیسے کہ فوسل فیولز، نیوکلیئر انرجی وغیرہ کے استعمال سے پیدا ہوتے ہیں۔
- کسی ڈیوائس یا مشین سے لیے گئے کارآمد ورک کی اس میں ڈالی گئی ٹوٹل انرجی کے ساتھ نسبت ایفیشنسی کہلاتی ہے۔
- ورک کرنے کی شرح کو پاور کہتے ہیں۔
- کسی جسم کی پاور ایک واٹ ہوتی ہے اگر وہ ایک جول فی سیکنڈ کی شرح سے ورک سرانجام دے۔

$$1\ W = 1\ Js^{-1}$$

6.1 دیے گئے ممکنہ جوابات میں سے درست جواب کے گرد دائرہ لگائیں۔

(i) ورک صفر ہوگا جب فورس اور فاصلہ کے درمیان زاویہ ہوگا

(a) 45° (b) 60°
(c) 90° (d) 180°

(ii) اگر فورس کی سمت جسم کی موشن کی سمت کے ساتھ عموداً ہو تو ورک ہوگا

(a) زیادہ سے زیادہ (b) کم سے کم
(c) صفر (d) ان میں سے کوئی بھی نہیں

(iii) اگر کسی جسم کی ولاسٹی دگنی ہو جائے تو اس کی کائنیٹک انرجی

(a) وہی رہتی ہے (b) دوگنی ہو جاتی ہے
(c) چار گنا ہو جاتی ہے (d) نصف رہ جاتی ہے

(iv) 2 کلوگرام ماس کے ایک جسم کو زمین سے 5 m کی بلندی تک لے جانے میں کیا ورک ہوگا

(a) 2.5 J (b) 10 J
(c) 50 J (d) 100 J

(v) 2 کلوگرام ماس کے ایک جسم کی کائنیٹک انرجی 25 J ہے۔ اس کی سپیڈ ہوگی

(a) 5 $ms^{-1}$ (b) 12.5 $ms^{-1}$

(c) 25 $ms^{-1}$ (d) 50 $ms^{-1}$

(vi) مندرجہ ذیل میں کون سا ڈیوائس ہیٹ انرجی کو الیکٹریکل انرجی میں تبدیل کرتا ہے؟

(a) الیکٹرک بلب (b) الیکٹرک جنریٹر

(c) تھرموکپل (d) الیکٹرک سیل

(vii) جب کسی جسم کو h بلندی تک اٹھایا جاتا ہے تو اس پر کیا گیا ورک اس کی کس انرجی کی شکل میں ظاہر ہوتا ہے

(a) کائی نیٹک انرجی (b) پوٹینشل انرجی

(c) ایلاسٹک پوٹینشل انرجی (d) جیوتھرمل انرجی

(viii) کوئلہ میں ذخیرہ شدہ انرجی ہے

(a) ہیٹ انرجی (b) کائی نیٹک انرجی

(c) کیمیکل انرجی (d) نیوکلیئر انرجی

(ix) ایٹم کے نیوکلیس میں ذخیرہ شدہ انرجی ہوتی ہے

(a) الیکٹریکل انرجی (b) پوٹینشل انرجی

(c) کائی نیٹک انرجی (d) تھرمل انرجی

(x) آئن سٹائن کی ماس انرجی مساوات میں c ظاہر کرتا ہے

(a) آواز کی سپیڈ (b) روشنی کی سپیڈ

(c) الیکٹران کی سپیڈ (d) زمین کی سپیڈ

(xi) ورک کرنے کی شرح کو کہتے ہیں۔

(a) انرجی (b) ٹارک

(c) پاور (d) مومینٹم

6.2 ورک کی تعریف کیجیے۔ اس کا SI یونٹ کیا ہے؟

6.3 ورک کب ورک کہلاتا ہے؟ وضاحت کیجیے۔

6.4 ہمیں انرجی کی ضرورت کیوں ہوتی ہے؟

6.5 انرجی کی تعریف کیجیے۔ مکینیکل انرجی کی اقسام بتائیے۔

6.6 کائی نیٹک انرجی کی تعریف کیجیے اور اس کا فارمولا اخذ کیجیے۔

6.7 پوٹینشل انرجی کی تعریف کیجیے اور اس کا فارمولا اخذ کیجیے۔

6.8 فوسل فیولز کو انرجی کی ناقابل تجدید شکل کیوں کہا جاتا ہے؟

6.9 انرجی کی کون سی قسم دوسری قسم پر ترجیح دی جاتی ہے اور کیوں؟

6.10 انرجی کو ایک شکل سے دوسری شکل میں کیسے تبدیل کیا جاتا ہے؟ وضاحت کیجیے۔

6.11 ایسے پانچ آلات کے نام بتائیں جو الیکٹریکل انرجی کو مکینیکل انرجی میں تبدیل کرتے ہیں۔

6.12 کسی ایسے آلہ کا نام بتائیں جو مکینیکل انرجی کو الیکٹریکل انرجی میں تبدیل کرتا ہے۔

6.13 کسی سسٹم کی ایفیشنسی سے کیا مطلب لیا جاتا ہے؟

6.14 کسی سسٹم کی ایفیشنسی آپ کیسے معلوم کر سکتے ہیں؟

6.15 پاور سے کیا مراد ہے؟

6.16 واٹ کی تعریف کیجیے۔

6.1 ایک آدمی 300 N کی فورس لگاتے ہوئے ایک ٹرالی کو 35 m تک کھینچتا ہے۔ آدمی کا کیا گیا ورک معلوم کیجیے۔

(10500 J)

6.2 ایک 20 N وزنی بلاک کو عموداً اوپر کی جانب 6 m اٹھایا گیا ہے۔ اس میں جمع ہونے والی پوٹینشل انرجی معلوم کیجیے۔

(120 J)

6.3 ایک 12 kN وزنی کار کی سپیڈ $20\ ms^{-1}$ ہے۔ اس کی کائی نیٹک انرجی معلوم کیجیے۔

(240 kJ)

6.4 ایک 500 g کا پتھر $15\ ms^{-1}$ کی ولاسٹی سے اوپر کی جانب پھینکا گیا ہے۔ اس کی معلوم کیجیے:

(i) بلندترین مقام پر پوٹینشل انرجی

(ii) زمین سے ٹکراتے وقت کائی نیٹک انرجی

(56.25 J، 56.25 J)

6.5 ایک 6 m بلند ڈھلوان کے نچلے سرے سے چوٹی تک پہنچنے پر ایک سائیکلسٹ کی سپیڈ $1.5\ ms^{-1}$ ہے۔ سائیکلسٹ کی کائی نیٹک اور پوٹینشل انرجی معلوم کیجیے۔ سائیکلسٹ اور اس کی بائیسکل کا ماس 40 kg ہے۔

(45 J، 2400 J)

6.6 ایک موٹر بوٹ $4\ ms^{-1}$ کی یکساں سپیڈ سے حرکت کر رہی ہے۔ اس پر پانی کی رکاوٹ کی فورس 4000 N ہے۔ اس کے انجن کی پاور معلوم کیجیے۔

(16 kW)

ایک آدمی ایک بلاک کو 300 N کی فورس سے 60 s میں 50 m تک کھینچتا ہے۔ بلاک کو کھینچنے میں استعمال کی گئی پاور معلوم کیجیے۔

(250 W)

50 کلوگرام کا ایک آدمی 20 s کے دوران 25 سیڑھیاں چڑھتا ہے۔ ہر سیڑھی کی اونچائی 16 cm ہو تو اس کی پاور معلوم کیجیے۔

(100 W)

ایک پمپ 200 kg پانی کو 10 s میں 6 m کی بلندی تک پہنچاتا ہے۔ پمپ کی پاور معلوم کیجیے۔

(1200 W)

ایک ہارس پاور کی الیکٹرک موٹر کو واٹر پمپ چلانے کے لیے استعمال کیا گیا ہے۔ واٹر پمپ ایک اوور ہیڈ ٹینک کو بھرنے کے لیے 10 min لیتا ہے۔ ٹینک کی گنجائش 800 لٹر اور بلندی 15 m ہے۔ ٹینک کو بھرنے میں الیکٹرک موٹر سے واٹر پمپ پر کتنا ورک ہوا؟ سسٹم کی ایفی شینسی بھی معلوم کیجیے۔

(447600 J, 26.8%)

# یونٹ 7

# مادہ کی خصوصیات

## Properties of Matter

اس یونٹ کے مطالعہ کے بعد طلباء اس قابل ہو جائیں گے کہ

- مادہ کے کائنیٹک مالیکیولر نظریہ (ٹھوس، مائع اور گیس حالت) کو بیان کر سکیں۔
- مادہ کی چوتھی حالت (پلازما) کو مختصراً بیان کر سکیں۔
- ڈینسٹی کی تعریف کر سکیں۔
- چند ٹھوس، مائع اور گیس اجسام کی ڈینسٹی کا آپس میں موازنہ کر سکیں۔
- پریشر بطور (یونٹ ایریا پر عموداً لگائی گئی فورس) کی تعریف کر سکیں۔
- روزمرہ زندگی میں مثالوں سے وضاحت کر سکیں کہ فورس اور ایریا کی تبدیلی سے پریشر کیسے بدلتا ہے۔
- وضاحت کر سکیں کہ ایٹماسفیئر پریشر ڈالتی ہے۔
- وضاحت کر سکیں کہ مائع کی سطح کی بلندی سے ایٹماسفیرک پریشر کیسے معلوم کیا جاتا ہے۔
- وضاحت کر سکیں کہ زمین کی سطح سے بلندی پر جاتے ہوئے ایٹماسفیرک پریشر کم ہو جاتا ہے۔
- بیان کر سکیں کہ کسی علاقے میں ایٹماسفیرک پریشر کی تبدیلی موسم میں تبدیلی کی نشاندہی کرتی ہے۔
- پاسکل کے قانون کی تعریف کر سکیں۔
- پاسکل کے قانون کا مثالوں سے اطلاق اور اس کے استعمال کا عملی مظاہرہ کر سکیں۔
- مائع کی سطح کے نیچے پریشر کا گہرائی اور ڈینسٹی سے تعلق ($P=\rho gh$) بیان

اس یونٹ کی بنیاد ہے

| | |
|---|---|
| مادہ اور اس کی حالتیں | سائنس-VII |

یہ یونٹ رہنمائی کرتا ہے

| | |
|---|---|
| ٹھوس، مائع | فزکس X |
| فزکس آف سالڈز | فزکس-XII |

کر سکیں اور اس کی مدد سے متعلق سوالات حل کر سکیں۔

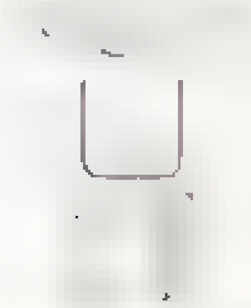
- ارشمیدس کے اصول کی تعریف کر سکیں۔
- [illegible]
- [illegible]
- [illegible]
- [illegible]
- Young's modulus [illegible] strain [illegible] stress [illegible]
- [illegible] Hooke's law [illegible] (elastic limit) کی وضاحت کر سکیں۔

[illegible]

- [illegible]
- [illegible] ٹھوس اجسام کی کثافت معلوم کر سکیں۔

[illegible]

- وضاحت کر سکیں [illegible]
- [illegible] کی کثافت معلوم کرنے کے لیے [illegible] کے استعمال کی وضاحت کر سکیں۔
- وضاحت کر سکیں [illegible]
- وضاحت کر سکیں [illegible]



شکل 7.1: پانی تینوں حالتوں میں پایا جاتا ہے

5. بریک بھی اسی اصول پر کام کرتے ہیں جس کے مطابق مائع کا پریشر تمام سمتوں میں مساوی منتقل ہوتا ہے۔

6. اسی طرح جب نلکی (straw) سے ہم پانی اور دیگر مشروبات کے ذریعے مائع کو اوپر کھینچتے ہیں تو یہ پریشر کی وجہ سے ہوتا ہے۔

مادہ ٹھوس، مائع اور گیس تینوں حالتوں میں پایا جاتا ہے۔ مادے کی بہت سی خصوصیات ہیں۔ مثلاً مادہ کمیت رکھتا ہے اور جگہ گھیرتا ہے۔ مادے کی چند خصوصیات ایسی ہیں جو مادے کی ایک حالت سے وابستہ ہیں لیکن دوسری حالت سے وابستہ نہیں، مثال کے طور پر ٹھوس اجسام کی اپنی مخصوص شکل ہوتی ہے لیکن مائعات اور گیسیں اپنی مخصوص شکل نہیں رکھتیں۔ اس کے برعکس مائعات کا اپنا مخصوص والیوم ہوتا ہے لیکن گیسوں کا مخصوص والیوم نہیں ہوتا۔ مختلف اجسام اپنی مضبوطی، لچک، حل پذیری (solubility) اور دیگر خصوصیات کے لحاظ سے ایک دوسرے سے مختلف ہوتے ہیں۔ کائنیٹک مالیکیولر تھیوری مادے کی خصوصیات کو بآسانی بیان کرتا ہے۔

## 7.1 مادے کا کائنیٹک مالیکیولر ماڈل
## Kinetic Molecular Model of Matter

شکل (7.2) میں مادے کی تینوں حالتوں کا کائنیٹک مالیکیولر ماڈل دکھایا گیا ہے۔ کائنیٹک مالیکیولر ماڈل کی چند اہم خصوصیات درج ذیل ہیں۔

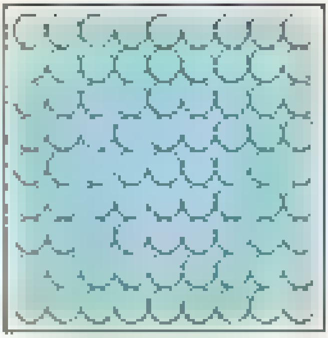
- مادہ بہت سے چھوٹے ذرات پر مشتمل ہوتا ہے جنہیں مالیکیولز کہتے ہیں۔
- مالیکیولز مسلسل حرکت کرتے رہتے ہیں۔
- مالیکیولز کے درمیان کشش کی قوت موجود ہوتی ہے۔

کائنیٹک مالیکیولر تھیوری مادے کی تینوں حالتوں ٹھوس، مائع اور گیس کی وضاحت کرتا ہے۔

شکل 7.2: مادے کی تینوں حالتوں کا کائنیٹک مالیکیولر ماڈل

### ٹھوس Solids

ٹھوس اجسام کے مالیکیولز ... ٹھوس اجسام کی مخصوص شکل اور والیوم



شکل 7.3 ٹھوس میں مالیکیولز بہت قریب ہوتے ہیں

ہوتا ہے۔ اس سے مالیکیولز مضبوط کشش کی فورسز کی وجہ سے ایک دوسرے کے بہت قریب ہوتے ہیں، جیسا کہ شکل (7.3) میں دکھایا گیا ہے۔ وہ اپنی جگہ سے دوسری جگہ نہیں جا سکتے۔ وہ اپنی مقررہ پوزیشنز پر ہی وائبریٹ کرتے رہتے ہیں۔

شکل 7.4 مائع میں مالیکیولز ایک دوسرے سے جڑے ہوئے نہیں ہوتے

مائع میں مالیکیولز کے درمیان فاصلہ ٹھوس اجسام کی نسبت زیادہ ہوتا ہے جبکہ ان کے درمیان کشش کی فورسز کم ہوتی ہیں۔ ٹھوس اجسام کی طرح مائع کے مالیکیولز بھی اپنی مقررہ پوزیشنز کے گرد وائبریٹ کرتے ہیں لیکن یہ ایک دوسرے سے مضبوطی سے جڑے نہیں ہوتے۔ کمزور کشش کی فورسز کے باعث وہ ایک دوسرے کے اوپر سے گزر سکتے ہیں۔ اسی وجہ سے مائعات بہہ سکتے ہیں۔ کسی مخصوص مقدار کے مائع کا والیوم تو معین رہتا ہے لیکن چونکہ مائع بہہ جاتے ہیں لہٰذا مائع اس برتن کی شکل اختیار کر لیتے ہیں جس میں اسے ڈالا جاتا ہے۔

## گیسز Gases

شکل 7.5 گیس کے مالیکیولز ایک دوسرے سے الگ الگ ہوتے ہیں۔

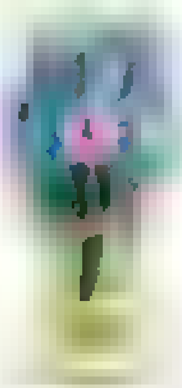
گیسز جیسا کہ ہوا کی مخصوص شکل اور والیوم نہیں ہوتا، انہیں کسی بھی شکل کے برتن میں بھرا جا سکتا ہے۔ ان کے مالیکیولز بے ترتیب حرکت میں رہتے ہیں اور ایک دوسرے سے زیادہ فاصلے پر ہوتے ہیں۔ ٹھوس اجسام اور مائعات کی نسبت گیس کے مالیکیولز ایک دوسرے سے زیادہ دور ہوتے ہیں جیسا کہ شکل (7.5) میں دکھایا گیا ہے۔ ٹھوس اور مائعات کے مقابلے میں گیسز کافی ہلکی ہوتی ہیں۔ گیس کو آسانی سے دبایا جا سکتا ہے۔ گیس کے مالیکیولز ہر طرف مسلسل حرکت کرتے رہتے ہیں۔ لہٰذا گیس برتن کی دیواروں پر پریشر ڈالتی ہے۔

## پلازما: مادے کی چوتھی حالت
## Plasma: the Fourth State of Matter

اگر کسی گیس کو مسلسل گرم کیا جائے تو اس کے مالیکیولز کی انرجی بڑھتی ہوتی ہے جس کی وجہ سے گیس کے مالیکیولز کی حرکت بھی تیز سے تیز ہوتی چلی جاتی

ہے۔ گیس کے ایٹمز اور مالیکیولز کا آپس میں ٹکراؤ شدید (ex) ہو جاتا ہے جو گیس کے ایٹمز کے ٹوٹنے کا باعث بنتا ہے۔ ایٹمز کے الیکٹرونز علیحدہ ہو جاتے ہیں اور پوزیٹو آئنز بن جاتے ہیں۔ مادہ کی اس حالت کو پلازما کہتے ہیں۔ جب کسی گیس ڈسچارج ٹیوب میں سے الیکٹرک کرنٹ گزرتا ہے تو اس میں بھی پلازما بن جاتا ہے۔

پلازما کو مادہ کی چوتھی حالت کہا جاتا ہے۔ اس میں گیس آئنائزڈ حالت میں ہوتی ہے۔ الیکٹرک اور میگنیٹک فیلڈز کی موجودگی کے باعث ایٹمز سے الیکٹرونز اور پوزیٹو آئنز علیحدہ ہو جاتے ہیں۔ روشن بلبز (نیون اور فلوریسنٹ) میں بھی پلازما پیدا ہوتا ہے۔ کائنات میں پایا جانے والا بیشتر مادہ پلازما کی حالت میں ہے۔ ستارے مثلاً سورج میں موجود گیسز آئنائزڈ حالت میں ہوتی ہیں۔ پلازما مادہ کی ایک ایسی کنڈکٹنگ (conducting) حالت ہے جو الیکٹرک کرنٹ گزرنے دیتا ہے۔



شکل 7.6 ایک پلازما بلب

ٹیبل 7.1: مختلف اشیا کی ڈینسٹی

| شے | ڈینسٹی ($kgm^{-3}$) |
|---|---|
| ہوا | [illegible] |
| فوم | 48 |
| پٹرول | 800 |
| کوکنگ آئل | 920 |
| برف | 920 |
| پانی | 1000 |
| شیشہ | 2500 |
| ایلومینیم | 2700 |
| لوہا | 7900 |
| کاپر | 8900 |
| سیسہ | 11200 |
| مرکری | 13600 |
| سونا | 19300 |
| پلاٹینم | 21500 |

## 7.2 ڈینسٹی (Density)

کیا لوہا لکڑی کے جسم سے بھاری ہوتا ہے؟ ضروری نہیں۔ یہ اس بات پر منحصر ہے کہ لکڑی کی مقدار کیا ہے جس کا آپس میں موازنہ کیا جا رہا ہے۔ مثال کے طور پر اگر ہم مساوی والیوم میں لوہا اور لکڑی لیں تو ہم آسانی سے کہہ سکتے ہیں کہ لوہا لکڑی سے بھاری ہے۔

یہ جاننے کے لیے کہ کون سی شے ہلکی ہے اور کون سی بھاری، ہم عام طور پر مختلف اشیا کی ڈینسٹیز کا آپس میں موازنہ کرتے ہیں۔ کسی شے کی ڈینسٹی اس کے ماس اور والیوم کی نسبت سے معلوم کی جاتی ہے۔

> کسی جسم کے یونٹ والیوم کا ماس ڈینسٹی کہلاتا ہے۔

$$\text{ڈینسٹی} = \frac{\text{شے کا ماس}}{\text{شے کا والیوم}} \qquad (7.1)$$

یعنی

سسٹم انٹرنیشنل میں ڈینسٹی کا یونٹ کلوگرام فی کیوبک میٹر ($kgm^{-3}$) ہے۔ اگر ہمیں کسی میٹیریل کا ماس اور اس کا والیوم معلوم ہو تو ہم اس کی ڈینسٹی معلوم کر سکتے ہیں۔ مثال کے طور پر پانچ لٹر پانی کا ماس 5 کلوگرام ہے۔ اس کی ڈینسٹی

مساوات (7.1) میں قیمتیں درج کرنے سے معلوم کی جا سکتی ہے

چونکہ 1 لیٹر $= 10^{-3}\,m^3$

5 لیٹر $= 5 \times 10^{-3}\,m^3$

$$\text{پانی کی کثافت} = \frac{5\,kg}{5 \times 10^{-3}\,m^3}$$

$$= 1000\,kg\,m^{-3}$$

پس پانی کی کثافت $1000\,kgm^{-3}$ ہے۔

$$\text{کثافت} = \frac{\text{کمیت}}{\text{حجم}}$$

$$\text{کمیت} = \text{کثافت} \times \text{حجم}$$

$$\text{حجم} = \frac{\text{کمیت}}{\text{کثافت}}$$

| | |
|---|---|
| 1 لیٹر | $= 1000\,cm^3$ |
| 1 لیٹر | $= 10^{-3}\,m^3$ |
| $1\,cm^3$ | $= 10^{-6}\,m^3$ |
| $1000\,kgm^{-3}$ | $= 1\,gcm^{-3}$ |

[illegible] 10 km [illegible] 99% [illegible] 30 km [illegible]

**مثال 7.1**

ایک پتھر کا حجم $200\,cm^3$ ہے۔ اس کی کمیت $500\,g$ ہے۔ اس کی کثافت معلوم کریں۔

$m = 500\,g$

$V = 200\,cm^3$

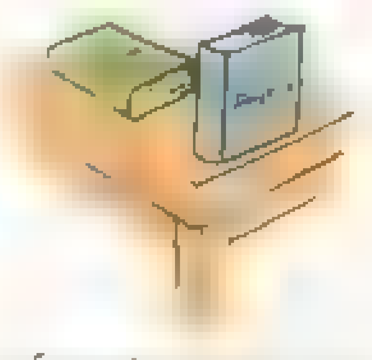
$$\text{کثافت} = \frac{\text{کمیت}}{\text{حجم}}$$

$$= \frac{500\,g}{200\,cm^3} = 2.5\,gcm^{-3}$$

پس پتھر کی کثافت $2.5\,gcm^{-3}$ ہے۔

## 7.3 پریشر (Pressure)

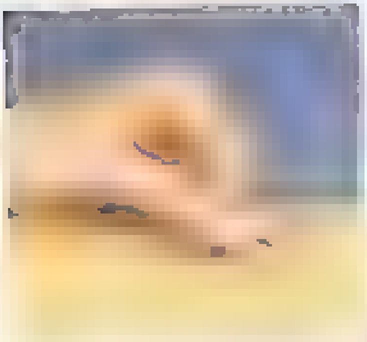
ایک پنسل کو اپنی دونوں ہتھیلیوں کے درمیان رکھ کر دبائیں۔ پنسل کی نوک سے دبنے والی ہتھیلی دوسری ہتھیلی سے زیادہ محسوس کرے گی۔ ہم تیز دھار چاقو کی مدد سے پھل آسانی سے چھیل اور کاٹ سکتے ہیں۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ تیز دھار کم جگہ پر زور ڈالتی ہے اور اس کی تیز نوک کے نیچے بہت تھوڑی جگہ پر پریشر زیادہ ہوتا ہے



شکل 7.7 : [illegible]

جاتی ہے۔ کیونکہ ڈرائنگ پن کی نوک تیز ہے۔ جو فورس کے اثر میں اضافے کا باعث ہوتا ہے۔ ان مثالوں سے پتہ چلتا ہے کہ لگائی جانے والی فورس جس قدر کم ایریا پر عمل کرے گی اسی قدر اس کا اثر زیادہ ہوگا۔ چونکہ ڈرائنگ پن کی نوک کا ایریا بہت کم ہوتا ہے۔ لہٰذا فورس کا اثر بڑھ جاتا ہے۔ ایک مقدار جس کا انحصار فورس پر ہو اور جو لگائے جانے والے ایریا سے معلوم ہو، پریشر کہلاتی ہے

> کسی جسم کی سطح کے یونٹ ایریا پر عموداً لگنے والی فورس پریشر کہلاتی ہے۔



شکل 7.8: تیز نوک والی ڈرائنگ پن آسانی سے لکڑی میں داخل ہو جاتی ہے

$$\text{پریشر } P = \frac{\text{فورس}}{\text{ایریا}}$$

یا

$$P = \frac{F}{A} \quad \ldots\ldots\ldots (7.2)$$

پریشر ایک سکیلر مقدار ہے۔ سسٹم انٹرنیشنل میں پریشر کا یونٹ $Nm^{-2}$ ہے، اسے پاسکل (pascal) بھی کہتے ہیں۔ لہٰذا

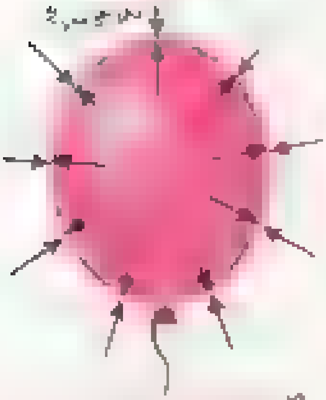
$$1\ Nm^{-2} = 1\ Pa$$

شکل 7.9: بلبلے کے اندر ہوا کا پریشر ایٹماسفیرک پریشر کے برابر ہوتا ہے۔

## 7.5 ایٹماسفیرک پریشر

زمین کو ہوا کے غلاف نے گھیر رکھا ہے جسے ایٹماسفیئر (کرۂ ہوائی) کہتے ہیں۔ یہ سطح سمندر سے اوپر چند سو کلومیٹر تک پھیلا ہوا ہے۔ جس طرح کئی مخصوص سمندری مخلوقات سمندر کی تہہ میں رہتی ہیں بالکل اسی طرح ہم ہوا کے ایک بہت بڑے سمندر کی تہہ میں رہتے ہیں۔ ہوا گیسوں کا مکسچر ہے۔ ایٹماسفیئر میں ہوا کی ڈینسٹی یکساں نہیں ہے۔ جیسے جیسے ہم بلندی کی طرف جائیں یہ مسلسل کم ہوتی چلی جاتی ہے

ایٹماسفیرک پریشر ہر سمت میں عمل کرتا ہے۔ شکل (7.9) پر غور کیجیے لڑکی کیا کر رہی ہے؟ صابن کے بلبلے پھیلتے ہیں یہاں تک کہ ان کے اندر ہوا کا پریشر ایٹماسفیرک پریشر کے برابر ہو جاتا ہے۔ صابن کے بلبلوں کی شکل سفیریکل کیوں ہوتی ہے؟ کیا آپ اس سے یہ نتیجہ اخذ کر سکتے ہیں کہ ایٹماسفیرک پریشر بلبلے کے تمام اطراف سے یکساں عمل کرتا ہے؟




شکل 7.10: غبارے کے اندر ہوا کا پریشر ایٹماسفیرک پریشر کے برابر ہوتا ہے۔

جب ہم کسی غبارے میں ہوا بھرتے ہیں تو وہ پھیل جاتا ہے۔ غبارہ کس سمت میں پھیلتا ہے؟ یہ حقیقت کہ ایٹماسفیئر پریشر ڈالتا ہے، ایک سادہ تجربے سے

بیان کیا جا سکتا ہے۔

### تجربہ (Experiment)

شکل 7.11 ڈبہ پچکنے کا تجربہ

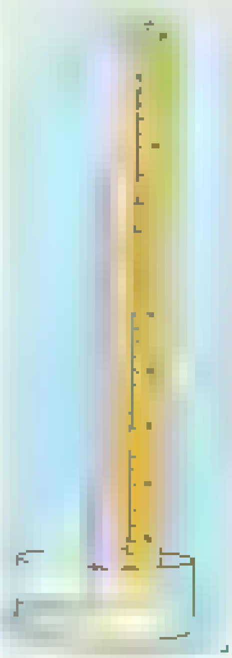
ایک ڈھکن والا خالی ٹین کا ڈبہ لیں۔ اس کا ڈھکن اتار لیں اور اس میں تھوڑا سا پانی ڈالیں۔ اسے آگ پر رکھیں اور انتظار کریں یہاں تک کہ پانی ابل جائے اور بھاپ ڈبے میں موجود ہوا کو باہر نکال دے۔ اسے آگ سے اتار لیں۔ ڈبے کو ڈھکن کی مدد سے بند کر دیں۔ اب اسے نلکے کے پانی کے نیچے رکھیں۔ ڈبہ ایٹماسفیئر پریشر کی وجہ سے پچک جائے گا۔

جب اسے نلکے کے پانی سے ٹھنڈا کیا جاتا ہے تو اس کے اندر موجود بھاپ منجمد ہو جاتی ہے۔ بھاپ کے پانی میں تبدیل ہونے سے ڈبے میں خلا پیدا ہو جاتا ہے۔ جس کی وجہ سے ڈبے کے اندر کا پریشر باہر کے ایٹماسفیئر پریشر سے کم ہو جاتا ہے۔ جس کے باعث ڈبہ چاروں طرف سے پچک جاتا ہے۔ اس تجربے سے ثابت ہوتا ہے کہ ایٹماسفیئر تمام اطراف سے پریشر ڈالتا ہے۔

اس حقیقت کو پلاسٹک کی خالی بوتل میں سے ہوا کو کھینچ کر پچکنے کے عمل کا مشاہدہ کر کے بھی معلوم ہو سکتا ہے۔

## ایٹماسفیئرک پریشر کی پیمائش

Measurement of Atmospheric Pressure



شکل 7.12 سادہ بیرومیٹر

سطح سمندر پر ایٹماسفیئرک پریشر تقریباً 101 300 پاسکل یعنی 101 300 $Nm^{-2}$ ہے۔ ایٹماسفیئرک پریشر ماپنے والے آلات کو بیرومیٹر کہتے ہیں۔ مرکری بیرومیٹر ایک سادہ بیرومیٹر کی مثال ہے۔ یہ ایک طرف سے بند ایک میٹر لمبی شیشے کی نلی پر مشتمل ہوتا ہے۔ اسے مرکری سے بھرنے کے بعد ایک مرکری کے برتن (trough) میں الٹا کھڑا کیا جاتا ہے۔ شیشے کی نلی میں مرکری کا لیول نیچے گرتے ہوئے ایک خاص سطح پر رک جاتا ہے۔ نلی میں مرکری کا کالم اس کی بنیاد (base) پر پریشر ڈالتا ہے۔ سطح سمندر پر مرکری کالم کی بلندی تقریباً 76 cm ہوتی ہے۔ 76 cm بلند مرکری کالم کا پریشر تقریباً 101,300 $Nm^{-2}$ ایٹماسفیئرک

پریشر سے کم ہوتا ہے۔ ایٹماسفیرک پریشر کو عموماً مرکری کالم کی بلندی سے ناپا جاتا ہے۔ چونکہ کسی جگہ پر ایٹماسفیرک پریشر ایک جیسا نہیں رہتا لہٰذا مرکری کالم کی بلندی ایٹماسفیرک پریشر کے بدلنے سے تبدیل ہوتی رہتی ہے۔

مرکری پانی سے 13.6 گنا زیادہ کثیف (بھاری) ہے۔ ایٹماسفیرک پریشر کسی جگہ مرکری کے کالم کی بہ نسبت پانی کے 13.6 گنا بلند کالم کو سہارا دے سکتا ہے۔ یعنی سطح سمندر پر پانی کے کالم کی عمودی بلندی $0.76\ m \times 13.6 = 10.34\ m$ ہوگی۔ لہٰذا پانی کے پمپ اس سے زیادہ بلندی تک پانی نہیں کھینچ سکتے۔ یہ 10 m سے زیادہ کی گہرائی کے لیے بے کار ہوں گے۔

ویکیوم کلینر کا پنکھا (sucker) اس میں ہوا کا پریشر کم کر دیتا ہے۔ ہوا اور اس میں شامل گرد و غبار انٹیک پورٹ (intake port) کے ذریعے اس میں داخل ہو جاتے ہیں۔ ہوا میں شامل گرد و غبار کو فلٹر روک لیتا ہے جبکہ ہوا اس میں سے باہر خارج ہو جاتی ہے۔

## ایٹماسفیرک پریشر میں تبدیلی

جوں جوں ہم بلندی کی طرف جاتے ہیں، ایٹماسفیرک پریشر کم ہوتا چلا جاتا ہے۔ پہاڑوں پر سطح سمندر کی بہ نسبت ایٹماسفیرک پریشر کم ہوتا ہے۔ 30 کلومیٹر کی بلندی پر ایٹماسفیرک پریشر 7 mm مرکری کے مساوی ہو جاتا ہے جو کہ 1000 پاسکل پریشر کے برابر ہوتا ہے۔ جس بلندی پر ہوائی جہاز اڑتا ہو وہاں پریشر بہت کم ہو جاتا ہے۔ کسی بھی جگہ کے ایٹماسفیرک پریشر کی مدد سے ہم اس جگہ کی بلندی معلوم کر سکتے ہیں۔

ایٹماسفیرک پریشر موسم میں تبدیلی کی نشاندہی بھی کرتا ہے۔ گرمیوں کے کسی شدید گرم دن میں، زمین کے اوپر کی ہوا گرم ہو کر پھیل جاتی ہے جس کی وجہ سے اس علاقے میں ایٹماسفیرک پریشر کم ہو جاتا ہے۔ اس کے برعکس سردیوں کی سخت سرد رات کو زمین کے اوپر کی ہوا ٹھنڈی ہو جاتی ہے۔ جس سے ایٹماسفیرک پریشر بڑھ جاتا ہے۔

کسی مشروب میں ڈوبی ہوئی نلکی (straw) کے دوسرے سرے سے جب ہوا کو کھینچا جاتا ہے تو اس نلکی میں ہوا کا پریشر کم ہو جاتا ہے جس کی وجہ سے ایٹماسفیرک پریشر مشروب کو نلکی میں اوپر دھکیل دیتا ہے۔

کسی خاص جگہ پر ایٹماسفیرک پریشر کی تبدیلی اس جگہ پر موسم میں آنے والی متوقع تبدیلیوں کی نشاندہی کرتی ہے۔ مثال کے طور پر کسی جگہ پر ایٹماسفیرک پریشر میں بتدریج اضافہ اس جگہ کے ارد گرد کے علاقے میں خشک موسم کی نشاندہی کرتا ہے۔ کسی جگہ پر ایٹماسفیرک پریشر میں معمولی لیکن تیزی سے کمی اس جگہ کے

[illegible]

[illegible]

[illegible]

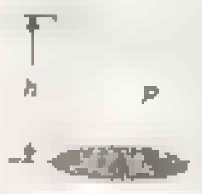
کرتی ہے۔

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]




شکل 7.13 [illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] A [illegible]

شکل (7.13) [illegible]

[illegible] h [illegible]

[illegible] m [illegible]

$$m = \text{ڈینسٹی} \times \text{والیوم} \quad \text{مائع کے سلنڈر کا ماس}$$
$$= (A \times h) \times \rho$$
$$F = w = mg \quad \text{رقبہ A پر عمل کرنے والی فورس}$$
$$= Ah\rho g$$

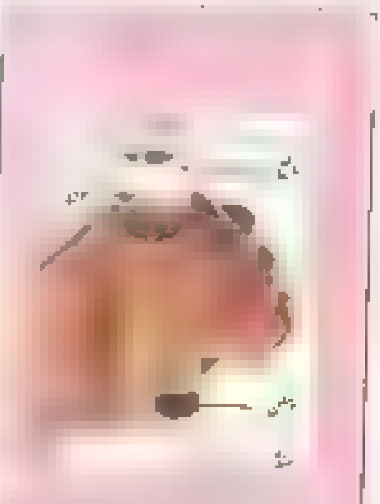
چونکہ

$$P = \frac{F}{A} \quad \text{پریشر}$$
$$= \frac{Ah\rho g}{A}$$
$$P = \rho g h \quad \text{... (7.3)} \quad \text{h گہرائی پر مائع کا پریشر}$$

مساوات (7.3) [illegible] ρ [illegible] h [illegible]

معلوم کر سکتے ہیں۔ [illegible]

پریشر بڑھ جاتا ہے۔

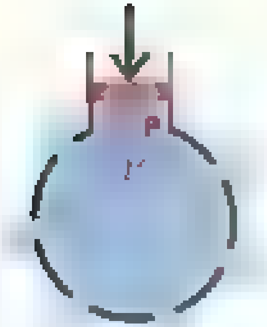


[illegible] nozzle [illegible]

### پاسکل کا قانون (Pascal's Law)

مائع کی سطح پر بیرونی فورس لگانے سے اس کی سطح پر مائع کا پریشر بڑھ جاتا ہے۔ مائع کے پریشر میں اضافہ تمام اطراف میں اور برتن کی دیواروں پر جس پر یہ ڈالا گیا ہے مساوی طور پر منتقل ہوتا ہے۔ اسے پاسکل کا قانون کہتے ہیں جسے یوں بیان کیا جاتا ہے۔

> جب کسی برتن میں موجود مائع کے کسی حصے پر پریشر لگایا جاتا ہے تو یہ پریشر بغیر کسی کمی کے مائع کے دوسرے تمام حصوں کو مساوی طور پر منتقل ہو جاتا ہے۔



شکل 7.14 پاسکل کے قانون کا عملی مظاہرہ

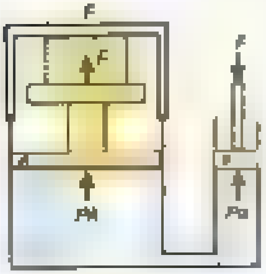
اس کا عملی مظاہرہ شیشے کے ایک ایسے برتن کی مدد سے کیا جا سکتا ہے جس کی تمام سطح پر سوراخ ہوں جیسا کہ شکل (7.14) میں دکھایا گیا ہے۔ اس برتن کو پانی سے بھریں اور پسٹن کو دھکیلیں۔ پانی برتن کے تمام سوراخوں سے یکساں پریشر کے ساتھ باہر خارج ہوتا ہے۔ پسٹن پر لگائی گئی فورس پانی پر پریشر ڈالتی ہے۔ یہ پریشر مائع میں تمام اطراف کی جانب مساوی طور پر منتقل ہوتا ہے۔

یہ قانون عمومی طور پر مائعات اور گیسوں دونوں کے لیے قابل عمل ہے۔

شکل 7.15 ہائیڈرولک مشین

روزمرہ زندگی میں پاسکل کے قانون کا اطلاق بہت سی چیزوں پر ہوتا ہے۔ مثلاً گاڑیوں کے ہائیڈرولک بریک سسٹم، ہائیڈرولک جیک، ہائیڈرولک پریس اور دوسری ہائیڈرولک مشینوں میں جیسا کہ شکل (7.15) میں دکھایا گیا ہے۔

### ہائیڈرولک پریس (Hydraulic Press)



شکل 7.16 ہائیڈرولک پریس

ہائیڈرولک پریس پاسکل کے قانون پر کام کرتا ہے۔ یہ دو مختلف کراس سیکشنل ایریا کے سلنڈروں پر مشتمل ہوتا ہے جیسا کہ شکل (7.16) میں دکھایا گیا ہے۔ ان سلنڈروں میں پسٹن لگے ہوتے ہیں۔ فرض کریں ان پسٹنز کا کراس سیکشنل ایریا B اور A ہے۔ جس جسم کو دبانا مقصود ہو اسے بڑے کراس سیکشنل ایریا A کے پسٹن پر رکھا جاتا ہے۔ چھوٹے کراس سیکشنل ایریا B کے پسٹن پر فورس $F_1$ لگائی جاتی ہے۔ چھوٹے پسٹن کا پیدا کردہ پریشر P بڑے پسٹن پر مساوی طور پر منتقل ہوتا ہے اور کراس سیکشنل ایریا A کے پسٹن پر فورس $F_2$ لگتی ہے جو $F_1$ سے کہیں زیادہ ہوتی ہے۔

چھوٹے پسٹن کے ایریا a پر لگنے والا پریشر درج ذیل ہے۔

$$P = \frac{F_1}{a}$$

پاسکل کے قانون کے مطابق بڑے پسٹن کے ایریا A پر لگنے والا پریشر اور چھوٹے پسٹن پر لگنے والا پریشر یکساں ہوگا۔ لہٰذا

$$P = \frac{F_2}{A}$$

مندرجہ بالا دونوں مساواتوں کا موازنہ کرنے سے

$$\frac{F_2}{A} = \frac{F_1}{a}$$

$$F_2 = A \times \frac{F_1}{a}$$

یا

$$F_2 = F_1 \times \frac{A}{a} \qquad \ldots (7.4)$$

چونکہ نسبت $\frac{A}{a}$ ایک سے بڑی ہے لہٰذا بڑے پسٹن پر عمل کرنے والی فورس $F_2$ چھوٹے پسٹن پر عمل کرنے والی فورس $F_1$ سے بڑی ہے۔ اس طریقے سے کام کرنے والے ہائیڈرولک سسٹم کو فورس ملٹی پلائر کہتے ہیں۔

### مثال 7.2

ایک ہائیڈرولک پریس میں 100 N کی فورس ایک پمپ کے پسٹن پر لگائی جاتی ہے جس کا کراس سیکشنل ایریا 0.01 m² ہے۔ پریس کے دوسرے کراس سیکشنل ایریا 1 m² کے پسٹن پر رکھی گئی کپاس کی گانٹھ کو دبانے والی فورس معلوم کریں۔

### حل

یہاں

$$F_1 = 100\,N$$

$$a = 0.01\,m^2$$

$$A = 1\,m^2$$

چھوٹے سلنڈر پر پریشر

$$P = \frac{F_1}{a}$$

$$= \frac{100\,N}{0.01\,m^2}$$

$$= 10000\,Nm^{-2}$$

پاسکل کے قانون کے مطابق

گاڑی پر عمل کرنے والی فورس $F_2 = PA$

$= 10000\ Nm^{-2} \times 1m^2$

$= 10000\ N$

وہ ہائیڈرولک پریس گاڑی کو 10000 N کی فورس سے اٹھا دے گی

## گاڑیوں کا بریک سسٹم

شکل 7.17 کار کی ہائیڈرولک بریک

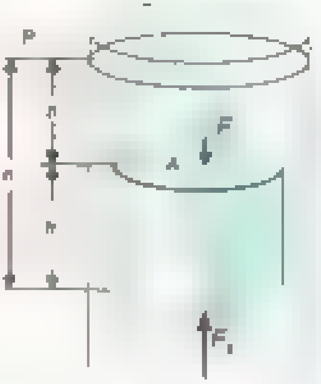
گاڑیوں مثلاً کاروں، بسوں وغیرہ کا بریک سسٹم بھی پاسکل کے قانون کے مطابق کام کرتا ہے۔ شکل 7.17 میں دکھایا گیا ہے کہ بریک سسٹم میں تیل کا پریشر ماسٹر سلنڈر سے ... پاسکل کے قانون کے مطابق ... جب بریک کے پیڈل کو دبایا جاتا ہے تو پیڈل پر لگائی گئی فورس ماسٹر سلنڈر کو منتقل ہو جاتی ہے۔ اس طرح ماسٹر سلنڈر میں موجود آئل کا پریشر بڑھ جاتا ہے۔ آئل کا پریشر دھاتی پائپوں کے ذریعے ویل سلنڈروں کے تمام پسٹنوں میں موجود آئل کو مساوی طور پر منتقل ہو جاتا ہے۔ آئل کے پریشر کے اضافے کی وجہ سے سلنڈروں میں موجود پسٹن باہر کی طرف حرکت کرتے ہیں اور بریک پیڈز کو دباتے ہیں جو بریک ڈرمز (drums) کے ساتھ جا لگتے ہیں۔ بریک پیڈز اور بریک ڈرم کے درمیان فرکشن کی فورس کار کے پہیوں کو روک دیتی ہے۔

گیس سے بھرے غبارے کو جب پانی کے اندر چھوڑا جاتا ہے تو وہ فوراً پانی کی سطح کی جانب اوپر اٹھتا ہے۔ اسی طرح کسی لکڑی کے ٹکڑے کو پانی کے اندر

چھوڑنے پر لکڑی کا ٹکڑا بھی اوپر پانی کی سطح کی جانب اٹھے گا۔ آپ نے مشاہدہ کیا ہوگا کہ پانی سے بھرا مگ (mug) پانی کے اندر ہلکا محسوس ہوتا ہے۔ لیکن جونہی ہم اسے پانی سے باہر نکالتے ہیں وہ بھاری محسوس ہوتا ہے۔

دو ہزار سال سے زائد عرصہ قبل مسیح، یونانی سائنس دان ارشمیدس نے مشاہدہ کیا کہ مائع کے اندر موجود جسم پر اوپر کی طرف ایک فورس عمل کرتی ہے۔ نتیجتاً جسم کے وزن میں نمایاں کمی کا مشاہدہ کیا گیا۔ کسی جسم پر اوپر کی طرف عمل کرنے والی اس فورس کو مائع کی اچھال کی فورس کہتے ہیں۔ ارشمیدس کے قانون کو یوں بیان کیا جا سکتا ہے۔

جب کسی جسم کو کسی مائع میں مکمل طور پر یا کسی حد تک ڈبویا جاتا ہے تو مائع اس جسم پر اچھال کی فورس لگاتا ہے جو مائع کے اس وزن کے مساوی ہوتی ہے جو جسم کے ڈوبنے سے اس جگہ سے پرے ہٹ جاتا ہے۔



شکل 7.18 مائع میں ڈوبے ہوئے جسم پر لگنے والی اچھال کی فورس ہٹ جانے والے مائع کے وزن کے برابر ہوتی ہے۔

فرض کریں کہ کراس سیکشنل ایریا A اور بلندی h کے ایک ٹھوس سلنڈر کو پانی میں ڈبویا گیا ہے۔ جیسا کہ شکل (7.18) میں دکھایا گیا ہے۔ فرض کریں کہ سلنڈر کی بالائی اور نچلی سطحوں کی مائع کی سطح سے گہرائی بالترتیب $h_1$ اور $h_2$ ہے۔ پس

$$h_2 - h_1 = h$$

اگر $h_1$ اور $h_2$ گہرائیوں پر مائع کا پریشر بالترتیب $P_1$ اور $P_2$ ہو اور مائع کی ڈینسٹی $\rho$ ہو تو مساوات (7.3) کے مطابق

$$P_1 = \rho g h_1$$
$$P_2 = \rho g h_2$$

فرض کریں کہ سلنڈر کی بالائی سطح پر مائع کے پریشر $P_1$ سے لگنے والی فورس $F_1$ اور سلنڈر کی نچلی سطح پر مائع کے پریشر $P_2$ سے لگنے والی فورس $F_2$ ہے۔ پس

$$F_1 = P_1 A = \rho g h_1 A$$

اور

$$F_2 = P_2 A = \rho g h_2 A$$

فورسز $F_1$ اور $F_2$ سلنڈر کی مخالف سطحوں پر لگ رہی ہیں۔ سلنڈر پر لگنے والی حاصل فورس $F$ درحقیقت $F_2 - F_1$ ہے اور اس کی سمت فورس $F_2$ کی طرف ہوگی۔ سلنڈر پر لگنے والی یہ حاصل فورس $F$ مائع کی اچھال کی فورس کہلاتی ہے۔

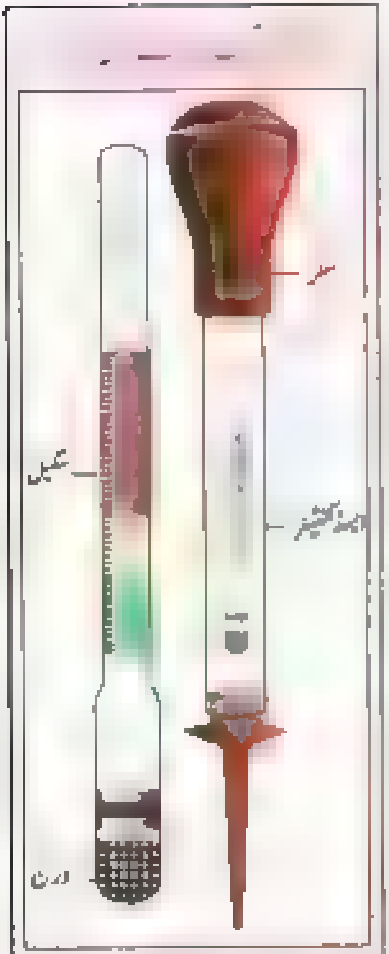
$$F_2 - F_1 = \rho g h_2 A - \rho g h_1 A$$

$$= \rho g A (h_2 - h_1)$$

یا مائع کے اچھال کی فورس $= \rho g A h \quad (7.5)$

یا $= \rho g V \quad (7.6)$

یہاں $Ah$ سلنڈر کا والیوم $V$ ہے اور یہ مائع کا وہ والیوم ہے جو سلنڈر کے ڈوبنے سے اپنی جگہ سے ہٹ گیا تھا۔ پس $\rho gV$ اپنی جگہ سے ہٹ جانے والے مائع کا وزن ہے۔ مساوات (7.6) سے ظاہر ہوتا ہے کہ مائع میں ڈوبے گئے جسم پر لگنے والی اچھال کی فورس اس جگہ سے ہٹ جانے والے مائع کے وزن کے برابر ہوتی ہے اور یہی ارشمیدس کا اصول ہے۔




ہائیڈرومیٹر شیشے کی ایک ٹیوب ہے جس کے اوپر والا حصہ تنگ ہے اور اس کے نچلے سرے پر بھاری وزن لگا ہے۔ جس مائع کی ڈینسٹی معلوم کرنا مطلوب ہو اس میں ہائیڈرومیٹر کو عموداً ڈبو دیا جاتا ہے۔ ہائیڈرومیٹر کی سطح سے مائع کی ڈینسٹی براہ راست معلوم کی جا سکتی ہے۔ ایسے آلات ہائیڈرومیٹر کہلاتے ہیں۔

## مثال 7.3

ایک لکڑی کا کیوب جس کے ہر ضلع کی لمبائی 10 cm ہے۔ پانی میں مکمل طور پر ڈوبا ہوا ہے۔ اس پر پانی کے اچھال کی فورس معلوم کریں۔

**حل**

سائیڈ کی لمبائی $L = 10\ \text{cm} = 0.1\ \text{m}$

والیوم $V = L^3 = (0.1\ \text{m})^3 = 1 \times 10^{-3}\ \text{m}^3$

پانی کی ڈینسٹی $\rho = 1000\ \text{kgm}^{-3}$

پانی کی اچھال کی فورس $= \rho g V$

$= 1000\ \text{kgm}^{-3} \times 10\ \text{ms}^{-2} \times 1 \times 10^{-3}\ \text{m}^3$

$= 10\ \text{N}$

پس لکڑی کے کیوب پر پانی کے اچھال کی فورس 10 N ہے۔

### ڈینسٹی کی پیمائش

ارشمیدس کے قانون سے ہم کسی جسم کی ڈینسٹی بھی معلوم کر سکتے ہیں۔ جسم

[illegible]

کے مساوی ہوتی ہے

فرض کریں $D$ = جسم کی ڈینسٹی

$\rho$ = [illegible]

$w$ = [illegible]

$w = w_1 - w_2$ = پانی کے برابر والیوم کا وزن

[illegible]

[illegible]

لہٰذا

$$\frac{D}{\rho} = \frac{w_1}{w}$$

$$D = \frac{w_1}{w} \times \rho$$

یا

$$D = \frac{w_1}{w_1 - w_2} \times \rho \quad \ldots\ldots (7.7)$$

[illegible]

[illegible] (7.7) [illegible]

ذیل مثال میں دکھایا گیا ہے۔

شکل 7.19

## مثال 7.4

[illegible] 0.48 N ہے [illegible] 0.42 N ہے۔ اس کی ڈینسٹی معلوم کریں۔

**حل**

چیز کا وزن $w_1 = 0.48\ N$

پانی میں چیز کا وزن $w_2 = 0.42\ N$

پانی کی ڈینسٹی $\rho = 1000\ kg\ m^{-3}$

$D = ?$

مساوات (7.7) [illegible]

$$D = \frac{w_1}{w_1 - w_2} \times \rho$$

$$= \frac{0.48\,N}{0.48\,N - 0.42\,N} \times 1000\ kg\,m^{-3}$$

$$= 8000\ kg\,m^{-3}$$

پس دھاتی ٹکڑے کی ڈینسٹی $8000\ kgm^{-3}$ ہے۔

## 7.7 تیرنے کا اصول (Principle of Floatation)

اگر جسم کا وزن اس پر عمل کرنے والی مائع کے اچھال کی فورس سے زیادہ ہو تو جسم مائع کے اندر ڈوب جاتا ہے۔ اگر جسم کا وزن اچھال کی فورس کے برابر یا کم ہو تو جسم مائع کی سطح پر تیرنے لگتا ہے۔ جب جسم کسی مائع میں تیرتا ہے تو اس پر عمل کرنے والی اچھال کی فورس جسم کے وزن کے برابر ہوتی ہے۔ اچھال کی فورس مائع کے اس وزن کے ہمیشہ مساوی ہوتی ہے جو جسم کے ڈوبنے سے اپنی جگہ سے پرے ہٹ جاتا ہے۔ اسے تیرنے کا اصول کہتے ہیں۔ اس کی تعریف یوں کی جاتی ہے۔

> کسی مائع میں تیرنے والا جسم اپنے وزن کے مساوی مائع کا وزن اپنی جگہ سے پرے ہٹاتا ہے۔

ارشمیدس کے اصول کا اطلاق مائعات اور گیسز دونوں پر ہوتا ہے۔ ہم بھی روزمرہ زندگی میں اس اصول کے استعمال کی بے شمار مثالیں ملاحظہ کرتے ہیں۔

### مثال 7.5

ایک خالی ہائیڈروجن غبارے کا وزن 80 N ہے۔ اس میں $10\ m^3$ ہائیڈروجن گیس بھری جاتی ہے۔ بتائیے یہ غبارہ اپنے وزن کے علاوہ زیادہ سے زیادہ اور کتنا وزن اٹھا سکتا ہے؟ ہائیڈروجن کی ڈینسٹی $0.09\ kgm^{-3}$ اور ہوا کی ڈینسٹی $1.3\ kgm^{-3}$ ہے۔

**حل**

غبارے کا وزن $w = 80\ N$

ہائیڈروجن کا والیم $V = 10^3\ m^3$

ہائیڈروجن کی ڈینسٹی $\rho_h = 0.09\ kgm^{-3}$

ہائیڈروجن کا وزن $w = ?$

ہوا کی ڈینسٹی $\rho_2 = 1.3\ kgm^{-3}$

شے کا وزن $w_2 = ?$

اچھال کی فورس $F$ = غبارے کی ہوا کا وزن

$= \rho_2 V g$

$= 1.3\ kgm^{-3} \times 10\ m^3 \times 10\ ms^{-2}$

$= 130\ N$

ہائیڈروجن کا وزن $w_1 = \rho_1 V g$

$= 0.09\ kgm^{-3} \times 10\ m^3 \times 10\ ms^{-2}$

$= 9\ N$

اٹھائے جانے والا کل وزن $= w + w_1 + w_2$

اشیا کو اٹھانے کے لیے یہ ضروری ہے کہ کل وزن فورس F سے زیادہ نہیں ہونا چاہیے۔

جب $w + w_1 + w_2 = F$

یا $80\ N + 9\ N + w_2 = 130\ N$

$w_2 = 130\ N - 89\ N$

$= 41\ N$

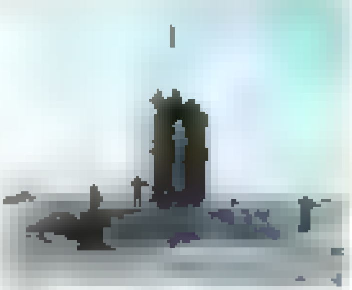
چنانچہ غبارہ اپنے وزن کے علاوہ زیادہ سے زیادہ 41 N کا وزن اٹھا سکتا ہے۔

شکل 7.20 پانی پر تیرتا ہوا بحری جہاز

## Ships and Submarines

لکڑی کا ٹکڑا پانی پر تیرتا ہے۔ یہ اس لیے ہوتا ہے کہ جسم کے والیوم کے مساوی پانی کا وزن، جسم کے وزن سے زیادہ ہوتا ہے۔ ... کے اصول کے مطابق کوئی جسم اس وقت پانی میں تیرتا ہے جب وہ جسم پانی میں مکمل یا جزوی حد تک ڈوبنے کی صورت میں اپنے وزن کے مساوی وزن کا پانی اپنی جگہ سے ہٹا دے۔

بحری جہاز اور کشتیاں بھی تیرنے کے اصول کے مطابق بنائے جاتے ہیں۔ یہ مسافروں کو ایک جگہ سے دوسری جگہ لے جانے کے لیے استعمال ہوتی ہیں۔ یہ پانی میں اس وقت تیرتی ہیں جب ان کا وزن بشمول مسافروں اور سامان کا وزن پانی کی اچھال کی فورس سے زیادہ نہ ہو۔



شکل 7.21 پانی میں چلتی ہوئی آبدوز

آبدوز پانی کی سطح پر تیرنے کے علاوہ پانی کے اندر بھی سفر کر سکتی ہے۔ یہ بھی تیرنے کے اصول کے مطابق چلتی ہے۔ یہ پانی کی سطح پر اس وقت تیرتی ہے جب

اس کے والیوم کے مساوی پانی کا وزن اس کے اپنے وزن سے زیادہ ہو جاتا ہے۔ اس حالت میں یہ بحری جہاز کی مانند ہوتی ہے اور اس کا کچھ حصہ پانی کی سطح سے اوپر ہوتا ہے۔ اس میں ٹینک لگے ہوتے ہیں جنہیں سمندری پانی سے بھرا اور خالی کیا جا سکتا ہے۔ ٹینکوں میں سمندری پانی بھرنے سے آبدوز کا وزن بڑھ جاتا ہے اور جونہی اس کا وزن اس پر عمل کرنے والی اچھال کی قوت سے زیادہ ہو جاتا ہے یہ پانی میں غوطہ لگاتی ہے اور پانی کے نیچے چلی جاتی ہے۔ پانی کی سطح پر واپس لانے کے لیے ٹینکوں میں بھرا سمندری پانی خارج کر دیا جاتا ہے۔

### مثال 7.6

ایک 40 m لمبا اور 8 m چوڑا بجرا (barge) جس کی دیواریں عمودی ہیں پانی میں تیرتا ہے۔ مزید 125000 N وزن کے سامان سے وہ کتنا ڈوبے گا؟

**حل**

بجرے کا ایریا $A = 40\ \text{m} \times 8\ \text{m}$
$= 320\ \text{m}^2$

اضافی اٹھایا گیا وزن $w = 125000\ \text{N}$

پانی کے اچھال میں ہونے والا اضافہ مزید کارگو کے وزن کے مساوی ہونا چاہیے۔

جبکہ $F = \rho V g$

چونکہ $F = w$

اس لیے $\rho V g = w$

یا $1000\ \text{kg m}^{-3} \times V \times 10\ \text{m s}^{-2} = 125000\ \text{N}$

$V = 12.5\ \text{m}^3$

گہرائی جس تک بجرا ڈوبتا ہے $h = \frac{V}{A}$

$h = \frac{12.5\ \text{m}^3}{320\ \text{m}^2}$

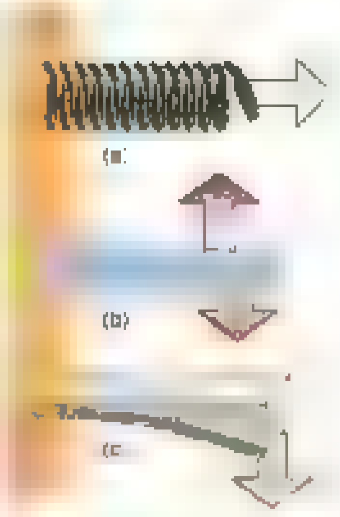
$= 0.04\ \text{m}$

$= 4\ \text{cm}$

یعنی اضافی کارگو 125000 N سے بجرا مزید 4 cm پانی میں ڈوب جائے گا۔

## 7.8 ایلاسٹیسٹی (Elasticity)

ہم جانتے ہیں کہ جب کسی ربڑ بینڈ کو کھینچا جائے تو اس کی لمبائی میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ بالکل اسی طرح جب کسی جسم کو اسپرنگ بیلنس پر رکھا جائے تو




شکل 7.22 (a) فورس کی وجہ سے کھنچا ہوا سپرنگ (b) کیل کی وجہ سے پیدا ہونے والی تار کے باعث جوڑ ہوا (c) فورس سے جھکا ہوا

سپرنگ بیلنس کا پوائنٹر نیچے چلا جاتا ہے۔ ایسا کیوں ہوتا ہے کہ سپرنگ بیلنس کے ساتھ لٹکائے گئے وزن کے باعث سپرنگ بیلنس کے اندر لگے سپرنگ کی لمبائی بڑھ جاتی ہے۔ شکل (7.22) میں دکھائی گئی تصویروں کو دیکھیے۔ اجسام پر لگنے والی فورسز کی وجہ سے انھیں کیا ہوا؟

ایسی فورس جو کسی شے کی شکل، لمبائی یا والیوم میں تبدیلی پیدا کرے ڈیفارمنگ فورس (deforming force) کہلاتی ہے۔ کئی صورتوں میں اجسام ڈیفارمنگ فورس کے ہٹانے سے اپنی اصل جسامت اور شکل میں واپس لوٹ آتے ہیں۔

> کسی جسم کی ایسی خاصیت جس میں وہ ڈیفارمنگ فورس کے ختم ہونے پر اپنی اصل جسامت اور شکل میں واپس لوٹ آئے، ایلاسٹی سٹی کہلاتی ہے۔

## سٹریس (Stress)

سٹریس کا تعلق اس فورس سے ہے جو جسم میں بگاڑ پیدا کرتی ہے۔ اس کی تعریف یوں کی جاتی ہے۔

> ڈیفارمنگ فورس جو کسی جسم کے یونٹ ایریا پر عمل کرے اور اس کی شکل میں بگاڑ پیدا کرے، سٹریس کہلاتی ہے۔

$$\text{سٹریس} = \frac{\text{فورس}}{\text{ایریا}} \quad \ldots (7.8)$$

یا

سسٹم انٹرنیشنل (SI) میں سٹریس کا یونٹ نیوٹن فی مربع میٹر $(Nm^{-2})$ ہے۔

## سٹرین (Strain)

سٹریس کی وجہ سے کسی جسم کی لمبائی، والیوم یا شکل میں تبدیلی ہو سکتی ہے۔ سٹریس کی وجہ سے جسم کی اصل لمبائی، والیوم یا شکل میں تبدیلی کی نسبت کو سٹرین کہتے ہیں۔ اگر سٹریس کسی جسم کی لمبائی میں تبدیلی پیدا کرے تو اس سٹرین کو ٹینسائل سٹرین (tensile strain) کہتے ہیں۔

$$\text{ٹینسائل سٹرین} = \frac{\text{لمبائی میں تبدیلی}}{\text{اصل لمبائی}} \quad \ldots (7.9)$$

سٹرین کا یونٹ نہیں ہوتا کیونکہ یہ دو ایک جیسی مقداروں کے درمیان نسبت ہے۔

## 7.9 ہک کا قانون (Hooke's Law)

مشاہدات سے پتا چلتا ہے [illegible]

[illegible]

[illegible]

$$\text{(7.10)}$$

ہک کا قانون [illegible]

[illegible] جب جسم پر سے ڈیفارمنگ فورس ہٹا دی جاتی ہے تو [illegible] اپنی اصل [illegible] میں واپس لوٹ آتا ہے۔ [illegible] جاتا ہے تو جسم میں مستقل بگاڑ پیدا ہو جاتا ہے [illegible] حالت میں واپس نہیں آتا۔

[illegible]

فرض کریں کہ ایک [illegible] کی لمبائی L اور [illegible] A ہے [illegible] F سے کھینچا جاتا ہے اور کھینچنے پر اس کی لمبائی L ہو جاتی ہے۔

> ہک کے قانون کے مطابق [illegible]

شکل 7.23 [illegible]

شکل 7.24 [illegible]

اسے حسابی طور پر یوں لکھا جاتا ہے۔

$$\text{ینگز ماڈولس } Y = \frac{\text{سٹریس}}{\text{ٹینسائل سٹرین}} \qquad (7.11)$$

فرض کریں کہ سلاخ کی لمبائی میں تبدیلی $\Delta L$ ہے۔ جبکہ

$$\Delta L = L - L_o$$

چونکہ

$$\text{سٹریس} = \frac{\text{فورس}}{\text{ایریا}} = \frac{F}{A}$$

اور

$$\text{ٹینسائل سٹرین} = \frac{L - L_o}{L_o} = \frac{\Delta L}{L_o}$$

چونکہ

$$Y = \frac{\text{سٹریس}}{\text{ٹینسائل سٹرین}}$$

$$Y = \frac{F}{A} \times \frac{L_o}{\Delta L}$$

$$\therefore \quad Y = \frac{F L_o}{A \Delta L} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (7.12)$$

سسٹم انٹرنیشنل میں ینگز ماڈولس کا یونٹ نیوٹن فی مربع میٹر $(Nm^{-2})$ ہے۔ چند عام ٹھوس اشیا کے ینگز ماڈولس ٹیبل (7.2) میں دیے گئے ہیں۔

ٹیبل 7.2 چند عام ٹھوس اشیا کے ینگز ماڈولس

| ٹھوس اشیا | ینگز ماڈولس $10^9 Nm^{-2}$ |
|---|---|
| ایلومینیم | 70 |
| [illegible] | 0.02 |
| پیتل | 91 |
| تانبا | 110 |
| ہیرا | 1120 |
| [illegible] | 60 |
| آئرن | 190 |
| سیسہ | 16 |
| نکل | 200 |
| ربڑ | 0.0007 |
| سٹیل | 200 |
| ٹنگسٹن | 400 |
| [illegible] | 10 |
| [illegible] | 1 |

1 میٹر لمبی سٹیل کی تار کے $5 \times 10^{-5}\, m^2$ کراس سیکشنل ایریا پر 10 000 N فورس لگائی گئی ہے۔ اس کی لمبائی میں 1 mm کا اضافہ ہو جاتا ہے۔ سٹیل کی تار کا ینگز ماڈولس معلوم کریں۔

فورس $F = 10{,}000\, N$

لمبائی $L_o = 1 m$

لمبائی میں اضافہ $\Delta L = 1 mm = 0.001 m$

کراس سیکشن ایریا $A = 5 \times 10^{-5}\, m^2$

چونکہ $Y = \frac{F L_o}{A \Delta L}$

اس لیے $Y = \frac{10000\, N \times 1\, m}{5 \times 10^{-5}\, m^2 \times 0.001\, m}$

$Y = 2 \times 10^{11}\, Nm^{-2}$

یعنی سٹیل کی تار کا ینگز ماڈولس $2 \times 10^{11}\, Nm^{-2}$ ہے۔

- کائنیٹک مالیکیولر تھیوری مادہ کی تینوں حالتوں کو ذیل میں دی گئی خصوصیات کو مدنظر رکھتے ہوئے بیان کرتی ہے۔
  - مادہ ذرات سے مل کر بنا ہے جنہیں مالیکیولز کہتے ہیں۔
  - مالیکیولز ہر وقت حرکت کرتے رہتے ہیں۔
  - مالیکیولز ایک دوسرے کو اپنی طرف کھینچتے ہیں۔
- نہایت شدید ٹمپریچر پر ایٹمز اور مالیکیولز کے درمیان ٹکراؤ کے نتیجے میں الیکٹرون خارج ہو جاتے ہیں۔ ایٹمز پازیٹو آئنز میں تبدیل ہو جاتے ہیں۔ مادہ کی اس آئنی حالت کو مادہ کی چوتھی حالت پلازما کہتے ہیں۔
- کسی شے کے ماس اور والیوم کی نسبت کو ڈینسٹی کہتے ہیں۔ پانی کی ڈینسٹی $1000\ kgm^{-3}$ ہے۔
- یونٹ ایریا پر لگائی جانے والی عمودی فورس پریشر کہلاتی ہے۔ اس کا SI یونٹ $Nm^{-2}$ یا پاسکل (Pa) ہے۔
- ایٹماسفیرک پریشر تمام سمتوں میں عمل کرتا ہے۔
- ایٹماسفیرک پریشر ماپنے والے آلات کو بیرومیٹرز کہتے ہیں۔
- جوں جوں ہم بلندی کی طرف جائیں، ایٹماسفیرک پریشر کم ہوتا جاتا ہے۔ پس کسی جگہ کا ایٹماسفیرک پریشر معلوم ہونے پر ہم اس جگہ کی بلندی معلوم کر سکتے ہیں۔
- کسی مخصوص جگہ کے ایٹماسفیرک پریشر میں تبدیلی اس جگہ کے موسم میں متوقع تبدیلیوں کی نشاندہی کرتی ہے۔
- مائعات بھی پریشر ڈالتے ہیں جسے $P = \rho g h$ سے معلوم کیا جا سکتا ہے۔
- مائعات تمام سمتوں میں مساوی طور پر پریشر منتقل کرتے ہیں، اسے پاسکل کا قانون کہتے ہیں۔
- جب کسی جسم کو مکمل طور پر یا کسی حد تک مائع میں ڈبویا جائے تو اس کے وزن میں جو بظاہر کمی واقع ہوتی ہے وہ ہٹائے گئے مائع کے وزن کے مساوی ہوتی ہے۔ اسے ارشمیدس کا اصول کہتے ہیں۔
- کسی جسم کے تیرنے کے لیے ضروری ہے کہ اس جسم کا وزن اس کے اوپر لگنے والی مائع کی اپ تھرسٹ فورس کے برابر یا کم ہو۔
- ایلاسٹسٹی مادہ کی وہ خاصیت ہے جس میں مادہ اس فورس کے خلاف مزاحمت پیش کرتا ہے جو اس کی لمبائی، والیوم یا شکل میں تبدیلی لانے کی کوشش کرتی ہے۔
- کسی جسم کے یونٹ ایریا پر عمل کرنے والی ڈیفارمنگ فورس سٹریس کہلاتی ہے۔
- کسی جسم کی لمبائی میں تبدیلی اور اصل لمبائی کی نسبت کو ٹینسائل سٹرین کہتے ہیں۔
- سٹریس اور ٹینسائل سٹرین کے درمیان نسبت کو ینگ ماڈولس کہتے ہیں۔

**7.1** دیے گئے ممکنہ جوابات میں سے درست جواب کے گرد دائرہ لگائیں۔

(i) مادے کی کس حالت میں مالیکیولز اپنی جگہ نہیں چھوڑتے؟
(a) ٹھوس (b) مائع (c) گیس (d) پلازما

(ii) [illegible]
(a) [illegible] (b) [illegible] (c) [illegible] (d) [illegible]

(iii) سطح سمندر پر ایٹماسفیرک پریشر تقریباً ہوتا ہے
(a) $10^4$ Nm$^{-2}$ (b) 1 Nm$^{-2}$
(c) $10^2$ Nm$^{-2}$ (d) $10^3$ Nm$^{-2}$

(iv) پانی کا بیرومیٹر بنانے کے لیے شیشے کی ٹیوب کی کم از کم لمبائی کتنی ہونی چاہیے؟
(a) 0.5 m (b) [illegible] m
(c) 2.5 m (d) 11 m

(v) [illegible] ہوتی ہے
(a) [illegible]
(b) بہت چوڑے والے رقبہ کے پسٹن پر
(c) [illegible]
(d) ان میں سے کوئی نہیں

(vi) کسی شے کی ڈینسٹی معلوم کی جا سکتی ہے
(a) پاسکل کے قانون کی مدد سے
(b) ہک کے قانون کی مدد سے
(c) ارشمیدس کے اصول کی مدد سے
(d) [illegible] کے اصول کی مدد سے

(vii) ہک کے قانون کے مطابق
(a) سٹریس = [illegible]
(b) سٹریس = [illegible]
(c) سٹریس = [illegible]
(d) [illegible] = [illegible]

(viii) نیچے دیے گئے کسی سپرنگ کے فورس۔ ایکسٹینشن گراف میں سے [illegible]

(ix) [illegible]
(a) (b) (c) (d)

(x) [illegible]
(a) (b) (c) (d)

(xi) [illegible] سپرنگ [illegible]
(a) (b) (c) (d)

**7.2** مادے کی چوتھی حالت [illegible]

**7.3** [illegible]

7.4 ڈینسٹی سے کیا مراد ہے؟ سسٹم انٹرنیشنل میں اس کا یونٹ کیا ہے؟

7.5 کیا ہم ہائیڈرومیٹر کی مدد سے دودھ کی ڈینسٹی معلوم کر سکتے ہیں؟

7.6 پریشر کی اصطلاح کی تعریف کریں۔

7.7 ثابت کریں کہ ایٹموسفیئر پریشر ڈالتا ہے۔

7.8 غبارے سے ہوا نکالنا انتہائی آسان ہے۔ لیکن کسی شیشے کی بوتل میں سے ہوا خارج کرنا انتہائی مشکل ہوتا ہے۔ کیوں؟

7.9 بیرومیٹر کیا ہوتا ہے؟

7.10 پانی کو بیرومیٹر میں استعمال کرنا کیوں موزوں نہیں ہوتا؟

7.11 کون سی چیز سکر (sucker) کو ہموار دیوار کے ساتھ چپکائے رکھتی ہے؟

7.12 ایٹموسفیرک پریشر بلندی کے ساتھ کیوں بدل جاتا ہے؟

7.13 کسی جگہ پر ایٹموسفیرک پریشر کا یک دم کم ہونا کیا ظاہر کرتا ہے؟

7.14 اگر بیرومیٹر کی ریڈنگ میں یک دم اضافہ ہو جائے تو موسم میں کون سی تبدیلیاں متوقع ہوتی ہیں؟

7.15 پاسکل کے قانون کی تعریف کریں۔

7.16 ہائیڈرولک پریس کے کام کرنے کی وضاحت کریں۔

7.17 ایلاسٹیسٹی سے کیا مراد ہے؟

7.18 ارشمیدس کے اصول کی تعریف کریں۔

7.19 اچھال کی فورس سے کیا مراد ہے؟ تیرنے کے اصول کی وضاحت کریں۔

7.20 وضاحت کریں کہ آبدوز پانی کی سطح پر اور پانی کے اندر کس طرح چلتی ہے؟

7.21 پتھر کا ٹکڑا پانی میں ڈوب جاتا ہے لیکن ایک بحری جہاز بھاری بھرکم ہونے کے باوجود پانی پر تیرتا رہتا ہے۔ کیوں؟

7.22 ہک کا قانون کیا ہے؟ ایلاسٹک لمٹ سے کیا مراد ہے؟

7.23 لیبارٹری میں ربڑ بینڈ کو استعمال کرتے ہوئے اپنے طور پر ایک بیلنس بنائیے۔ اس پر مختلف اشیا کو ماپ کر اس کی درستی چیک کریں۔

7.1 40 cm x 10 cm x 5 cm پیمائش کے ایک لکڑی کے ٹکڑے کا ماس 850 g ہے۔ لکڑی کی ڈینسٹی معلوم کریں۔ $(425\ kgm^{-3})$

7.2 1 لیٹر پانی جمنے پر بننے والی برف کا والیوم کتنا ہوگا؟ (1.09 لیٹر)

7.3 مندرجہ ذیل اجسام کا والیوم معلوم کریں۔

(i) 5 کلوگرام ماس کے لوہے کے گولے کا جبکہ لوہے کی ڈینسٹی $8200\ kgm^{-3}$ ہے۔ $(6.1 \times 10^{-4}\ m^3)$

(ii) 200 گرام سیسے کے چھرّے کا جس کی ڈینسٹی

ہے $11300\ kgm^{-3}$

$(1.77 \times 10^{-5}\ m^3)$

(ii) 0.2 کلوگرام ماس کی سونے کی سلاخ کا حجم معلوم کریں جس کی ڈینسٹی $19300\ kgm^{-3}$ ہے۔

$(1.04 \times 10^{-5}\ m^3)$

7.4 ہوا کی ڈینسٹی $1.3\ kgm^{-3}$ ہے۔ 8m×5m×4m پیمائش کے کمرے میں موجود ہوا کا ماس معلوم کریں۔

(208 kg)

7.5 ایک طالب علم اپنے انگوٹھے سے 75 N کی فورس لگا کر ڈرائنگ پن دباتا ہے۔ اس کے انگوٹھے کے نیچے $1.5\ cm^2$ کے ایریا پر لگنے والا پریشر کتنا ہوگا؟

$(5 \times 10^5\ Nm^{-2})$

7.6 ایک پن کا ہموار سرا دائروی ہے جس کی ریڈیس 10 mm ہے۔ اس پر لگنے والی 20 N کی فورس سے پیدا ہونے والا پریشر معلوم کریں۔

$(2 \times 10^5\ Nm^{-2})$

7.7 1000 گرام ماس اور 20cm × 7.5cm × 7.5cm پیمائش کا لکڑی کا ایک بلاک میز پر مستطیل رخ رکھا گیا ہے۔ اپنے ہی سائز کے رخ پر رکھے گئے بلاک کا معلوم کریں۔
(i) لکڑی کے بلاک کا میز پر پریشر
(ii) لکڑی کی ڈینسٹی

$(1778\ Nm^{-2}, 889\ kgm^{-3})$

7.8 5 سینٹی میٹر سائیڈ والے شیشے کے کیوب کا ماس 306 g ہے اور اس کے مرکز میں کیویٹی (سوراخ) پائی جاتی ہے۔ شیشے کی ڈینسٹی $2.55\ gcm^{-3}$ ہو تو اس کیویٹی کا والیوم معلوم کریں۔

$(5\ cm^3)$

7.9 ایک جسم کا ہوا میں وزن 18 N ہے۔ جب اس کو پانی میں ڈبویا جاتا ہے تو اس کا وزن 11.4 N ہو جاتا ہے۔ اس کی ڈینسٹی معلوم کریں۔ کیا آپ بتا سکتے ہیں کہ جسم کس میٹیریل کا بنا ہے؟

$(2727\ kgm^{-3}$, ایلومینیم)

7.10 لکڑی کا ایک ٹھوس بلاک جس کی ڈینسٹی $6\ gcm^{-3}$ ہے کا ہوا میں وزن 3.06 N ہے۔ معلوم کریں (a) بلاک کا والیوم (b) بلاک کے اس حصے کا والیوم جو $0.9\ gcm^{-3}$ ڈینسٹی کے مائع میں ڈبونے سے ڈوبا رہتا ہے۔

$(510.4\ cm^3, 340\ cm^3)$

7.11 ہائیڈرالک پریس کے بڑے پسٹن کا ڈایامیٹر 30 cm ہے۔ 20000 N وزنی کار کو اٹھانے کے لیے کتنی فورس درکار ہوگی اگر پمپ کے پسٹن کا ڈایامیٹر 3 cm ہو؟

(200 N)

7.12 کراس سیکشن ایریا $2 \times 10^{-6}\ m^2$ کے ایک تار پر 4000 N کی فورس لگانے سے اس کی لمبائی میں 2 mm کا اضافہ ہو جاتا ہے۔ تار کا ینگز ماڈیولس معلوم کریں۔ جبکہ اس کی لمبائی 2 m ہے۔

$(2 \times 10^{11}\ Nm^{-2})$

## یونٹ 8

# مادہ کی حرارتی خصوصیات

## (Thermal Properties of Matter)

اس یونٹ کے مطالعہ کے بعد طلبا اس قابل ہو جائیں گے کہ

- ٹمپریچر کی تعریف بطور ایسی مقدار جو تھرمل انرجی کے بہاؤ کی سمت کا تعین کرتی ہے کر سکیں۔
- حرارت کی تعریف (ٹمپریچر کے فرق کی وجہ سے دو اجسام کے درمیان منتقل ہونے والی انرجی) کر سکیں۔
- ایک تھرمومیٹر بنانے کے لیے درکار میٹیریل کی تھرمومیٹرک بنیادی خصوصیات کی فہرست مرتب کر سکیں۔
- ایک سکیل کے ٹمپریچر کو دوسرے سکیل (فارن ہائیٹ، سیلسیس اور کیلون) میں تبدیل کر سکیں۔
- کسی جسم کے ٹمپریچر میں اضافہ کو اس کی اندرونی انرجی میں اضافہ کے طور پر بیان کر سکیں۔
- حرارتی گنجائش اور مخصوص حرارتی گنجائش کی تعریف کر سکیں۔
- میلٹنگ کی مخفی حرارت اور ایویپوریشن کی مخفی حرارت کو (ٹمپریچر میں تبدیلی کیے بغیر حالت کی تبدیلی کے لیے انتقالِ انرجی کے طور پر) بیان کر سکیں۔
- ٹمپریچر ٹائم گراف بنا کر برف کے میلٹنگ کی مخفی حرارت اور پانی کے ایویپوریشن کی مخفی حرارت معلوم کرنے کے تجربات بیان کر سکیں۔
- ایویپوریشن کے عمل کی وضاحت کر سکیں نیز بوائلنگ اور ایویپوریشن کے عمل میں فرق واضح کر سکیں۔

اس یونٹ کی بنیاد ہے

| | |
|---|---|
| ٹمپریچر سکیلز | سائنس - IV |
| ایویپوریشن | سائنس - V |
| حرارتی پیمائش | سائنس VIII |

یہ یونٹ رہنمائی کرتا ہے

| | |
|---|---|
| تھرموڈائنامکس | فزکس - XI |

- وضاحت کریں کہ ایواپوریشن ٹھنڈک کا باعث بنتی ہے۔
- مختلف عوامل بیان کریں جن پر ایواپوریشن کا انحصار ہے۔
- ٹھوس اجسام کے حرارتی پھیلاؤ کی طولی اور حجمی پھیلاؤ کی وضاحت کریں۔
- مادوں کے حرارتی پھیلاؤ کی عملی مثالیں بیان کریں۔
- روزمرہ زندگی میں حرارتی پھیلاؤ کی مشکلات بیان کریں۔

[illegible]

- وضاحت کریں کہ ایواپوریشن ٹھنڈک کا سبب بنتی ہے۔

[illegible]

- وضاحت کریں کہ تھرموسٹیٹ میں استعمال کی جانے والی دو دھاتی پٹی (bimetallic strip) کس طرح حرارتی پھیلاؤ کو ظاہر کرتی ہے۔
- پانی کی زیادہ حرارت مخصوصہ کی وجہ سے روزمرہ زندگی میں اس کے اثرات بیان کر سکیں۔
- حرارتی پھیلاؤ کے روزمرہ زندگی میں اطلاق و نتائج کو بیان کریں اور ان کی وضاحت کر سکیں۔
- ریفریجریٹر کے عمل میں CFC کے بخارات کی ایواپوریشن سے پیدا ہونے والی ٹھنڈک کے استعمال کو بیان کر سکیں۔

ہم حرارت صرف کھانا پکانے کے لیے ہی نہیں بلکہ دیگر کاموں میں بھی استعمال کرتے ہیں۔ ان کاموں کے لیے حرارت کو مکینیکل انرجی، الیکٹریکل انرجی وغیرہ میں تبدیل کیا جاتا ہے۔ یہ صرف اسی صورت ممکن ہے اگر ہم حرارت کی حقیقت سے واقف ہوں۔ حرارت فزکس میں ایک اہم تصور ہے۔ لوگ تاریخ کے ہر دور میں حرارت کی نوعیت کی وضاحت کرنے کی کوشش کرتے رہے ہیں۔ حرارتی مظاہر کا مطالعہ حرارت، ٹمپریچر اور انٹرنل انرجی جیسی کچھ اہم اصطلاحات کی واضح تعریف کا متقاضی ہے۔ اس یونٹ میں ہم حرارت، ٹمپریچر، ٹمپریچر کی پیمائش اور مختلف حرارتی مظاہر سے متعلق متعدد تصورات پر بحث کریں گے۔

ٹمپریچر اور حرارت
تھرمامیٹر
مخصوص حرارتی گنجائش
پگھلنے کی مخفی حرارت
تبخیر کی مخفی حرارت
ایواپوریشن
حرارتی پھیلاؤ

شکل 8.1 حرارت کھانا پکانے کے لیے استعمال ہوتی ہے

[illegible] (temperature) [illegible]

جب ہم کسی جسم کو چھوتے ہیں تو ہم اسے گرم یا ٹھنڈا محسوس کرتے ہیں۔ کوئی جسم کتنا گرم یا ٹھنڈا ہے اس کا تعلق ٹمپریچر سے ہوتا ہے۔

ٹمپریچر کسی جسم کی گرمی یا ٹھنڈک کی شدت کو ظاہر کرتا ہے۔

ایک گرم جسم کا ٹمپریچر [illegible] ہوتا ہے اور اس کا ٹمپریچر زیادہ ہوتا ہے۔ اس کے برعکس ایک ٹھنڈا جسم [illegible] ہوتا ہے اور اس کا ٹمپریچر کم ہوتا ہے۔ ہم کسی جسم کو چھو کر [illegible] لگا سکتے ہیں کہ وہ کتنا گرم یا ٹھنڈا ہے تاہم اس طرح سے کسی جسم کے ٹمپریچر کا اندازہ [illegible] [illegible] [illegible] ہمیشہ درست نہیں ہوتا۔ [illegible] [illegible] [illegible] ہوتے ہیں کہ کسی جسم کی [illegible] یا ٹھنڈک [illegible] کا پیمانہ قابل بھروسہ نہیں ہوتا۔

ٹمپریچر کے تصور کو سمجھنے کے لیے حرارتی تماس (thermal contact) اور حرارتی توازن (thermal equilibrium) [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] اس کا ٹمپریچر یکساں ہو جاتا ہے تو ہم انہیں حرارتی توازن میں کہتے ہیں۔

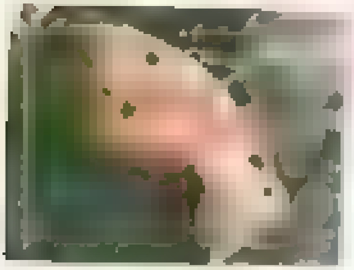
جب ہم کسی گرم جسم کو چھوتے ہیں تو کیا ہوتا ہے؟ [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] ٹمپریچر کم ہوتا ہے۔ [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] اس وقت تک جاری رہتی ہے جب تک دونوں [illegible] کا ٹمپریچر یکساں نہیں ہو جاتا۔ [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] ٹھنڈے جسم کو منتقل ہوتی ہے۔ [illegible]

[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] 23 °C [illegible] [illegible] 23 °C [illegible] [illegible]

شکل 8.2: [illegible]

کہلاتی ہے۔ یعنی

حرارت انرجی کی ایک شکل ہے جو ایک جسم سے دوسرے جسم میں ٹمپریچر کے فرق کی وجہ سے منتقل ہوتی ہے۔



شکل 8.3: ایک گرم جسم ہاتھ کو حرارت دیتا ہے

حرارت کو ٹرانزٹ میں انرجی کہا جاتا ہے۔ ایک دفعہ جب ایک جسم حرارت جذب کر لیتا ہے تو یہ اس جسم کی انٹرنل انرجی کی شکل اختیار کر لیتی ہے اور حرارت انرجی کے طور پر اس کا وجود ختم ہو جاتا ہے۔

ایک جسم کی انٹرنل انرجی سے کیا مراد ہے؟

کسی جسم کے مالیکیولز کی کائنیٹک انرجی اور پوٹینشل انرجی کے مجموعے کو اس کی انٹرنل انرجی کہا جاتا ہے۔

ایک جسم کی انٹرنل انرجی کا انحصار متعدد عوامل پر ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر کسی جسم کے مالیکیولز کی کائنیٹک انرجی اور پوٹینشل انرجی وغیرہ۔ کسی ایٹم یا مالیکیول کی کائنیٹک انرجی اس کی حرکت کی وجہ سے ہوتی ہے جس کا انحصار ٹمپریچر پر ہے۔ جبکہ ایٹمز یا مالیکیولز کی پوٹینشل انرجی، ایٹمز کے درمیان باہمی کشش کی قوتوں کی وجہ سے سٹور ہونے والی انرجی ہے۔

1. [illegible] 10 [illegible]
(a) [illegible] (b) [illegible]
(c) [illegible] (d) [illegible]
2. [illegible]
(a) [illegible]
(b) [illegible]

## 8.2 تھرمومیٹر (Thermometer)

کسی جسم کے ٹمپریچر کی پیمائش کے لیے استعمال ہونے والا آلہ تھرمومیٹر کہلاتا ہے۔

کچھ اشیا کی خصوصیات ایسی ہوتی ہیں جو ٹمپریچر کے ساتھ تبدیل ہوتی ہیں۔ وہ اشیا جن میں ٹمپریچر کے ساتھ تبدیلی آتی ہے تھرمومیٹر کے میٹیریل کے طور پر استعمال کی جا سکتی ہیں۔ مثال کے طور پر کچھ اشیا گرم کرنے پر پھیلتی ہیں، کچھ اپنا رنگ تبدیل کرتی ہیں، کچھ کی الیکٹرک رزسٹنس (electric resistance) تبدیل ہوتی ہے وغیرہ۔ تقریباً تمام اشیا گرم کرنے پر پھیلتی ہیں۔ مائعات گرم کرنے پر پھیلتے ہیں۔ یہ بھی تھرمومیٹر کے میٹیریل کے طور پر موزوں ہیں۔

عام استعمال میں آنے والے تھرمومیٹرز میں مناسب مائع کو تھرمومیٹر کے میٹیریل کے طور پر استعمال کر کے بنایا جاتا ہے۔ ایک تھرمومیٹر میں استعمال ہونے والا

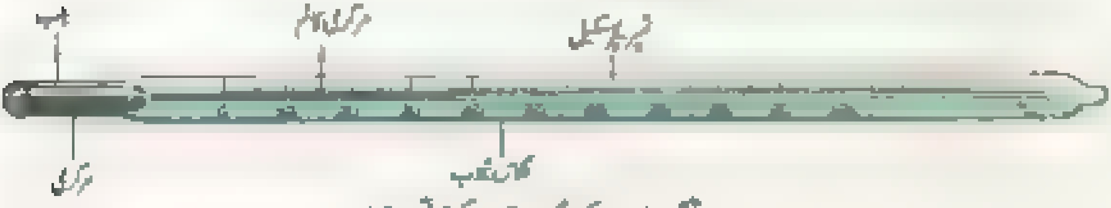
مائع مندرجہ ذیل خصوصیات کا حامل ہونا چاہیے؟

- یہ نظر آنا چاہیے۔
- یہ یکساں حرارتی پھیلاؤ رکھتا ہو۔
- اس کا فریزنگ پوائنٹ کم ہونا چاہیے۔
- اس کا بوائلنگ پوائنٹ زیادہ ہونا چاہیے۔
- یہ گلاس کو گیلا نہ کرنے والا ہونا چاہیے۔
- یہ حرارت کا اچھا موصل ہونا چاہیے۔
- یہ کم مخصوص حرارت رکھنے والا ہونا چاہیے۔

[illegible]

گلاس میں مائع والے تھرمامیٹر میں ایک یکساں اور باریک سوراخ والی کیپلری ٹیوب (capillary tube) کے سرے پر بلب ہوتا ہے جیسا کہ شکل (8.4) میں دکھایا گیا ہے۔

تھرمامیٹر کے بلب میں مائع مناسب مقدار میں بھرا جاتا ہے۔ جب بلب کسی جسم کے ساتھ مس کرتا ہے تو اس میں موجود مائع پھیلتا ہے اور اس کا لیول ٹیوب میں اوپر چڑھتا ہے۔ تھرمامیٹر کے گلاس کی ٹیوب کو درجوں میں تقسیم کیا جاتا ہے (signs) کے طور پر ... جس سے گلاس ٹیوب میں مائع کا لیول آسانی سے پڑھا جا سکتا ہے۔



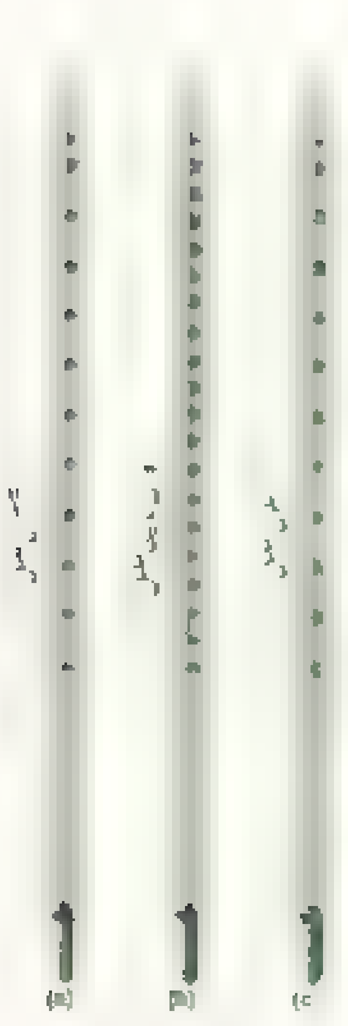

شکل 8.4: ایک گلاس میں مرکری تھرمامیٹر

مرکری 39°C پر جم جاتا ہے اور 357°C پر کھولتا ہے۔ یہ وجہ تھی کہ تمام تھرمومیٹری خصوصیات رکھتا ہے۔ اس لیے گلاس میں مائع والے عام تھرمامیٹر میں عام مرکری مناسب ترین مائعات میں سے ایک ہے۔ گلاس میں مرکری والے تھرمامیٹر لیبارٹری، ہسپتالوں اور گھروں میں −10°C سے 150°C تک ٹیمپریچر کی پیمائش کرنے کے لیے وسیع طور پر استعمال ہوتے ہیں۔

## اپر اور لوئر فکسڈ پوائنٹس

[illegible]

[illegible] تین سکیلیں استعمال ہوتے ہیں جو یہ ہیں۔



شکل 8.5: [illegible]

### (iii) کیلون سکیل (Kelvin Scale)

[illegible] 100 [illegible] شکل (8.5a) [illegible] 0°C [illegible] 100°C [illegible] 180 [illegible] 32°F [illegible] 212°F [illegible] شکل (8.5b) [illegible] (SI) [illegible] (K) [illegible] شکل (8.5c) [illegible] 100 [illegible] 1°C [illegible] 1 K [illegible] 273 K [illegible] 373 K [illegible] (absolute zero [illegible] 273°C [illegible]

# ٹمپریچر سکیلز کی باہمی تبدیلی

## سیلسیس سے کیلون سکیل میں تبدیلی

کیلون سکیل پر ٹمپریچر T معلوم کرنے کے لیے سیلسیس سکیل پر دیے گئے ٹمپریچر C میں 273 کو جمع کر دیا جاتا ہے یعنی

$$T(K) = 273 + C \quad \ldots \ldots \ldots \quad (8.1)$$

| | |
|---|---|
| سورج کا مرکز | 15000000°C |
| سورج کی سطح | 6000°C |
| بلب کا فلامنٹ | 2500°C |
| پگھلا ہوا لوہا | 1580°C |
| کھولتا ہوا پانی | 100°C |
| انسانی جسم | 37°C |
| برف | 0°C |
| فریزر | 18°C |
| مائع ہوا | 180°C |

### مثال 8.1

کیلون سکیل پر ٹمپریچر کیا ہوگا جبکہ سیلسیس سکیل پر ٹمپریچر 20°C ہے۔

حل

$$C = 20\,°C$$

چونکہ $T(K) = 273 + C$

اس لیے $T(K) = 273 + 20 = 293\,K$

## کیلون سے سیلسیس سکیل میں تبدیلی

سیلسیس سکیل پر ٹمپریچر معلوم کرنے کے لیے کیلون سکیل پر دیے گئے ٹمپریچر سے 273 کو تفریق کر دیا جاتا ہے یعنی

$$C = T(K) - 273 \quad \ldots \ldots \quad (8.2)$$

### مثال 8.2

کیلون سکیل پر 300 K ٹمپریچر کو سیلسیس سکیل میں تبدیل کیجیے۔

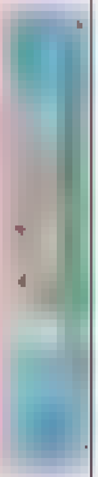
حل

$$T(K) = 300\,K$$

چونکہ $C = T(K) - 273$

اس لیے $C = (300 - 273)\,°C$

$$C = 27\,°C$$



صحت مند انسانی جسم کا ٹمپریچر ... عام طور پر ... 35°C سے 42°C range ... کا ہوتا ہے ... 42°C ...

... تبدیل کیا جاتا ہے۔

### سیلسیس سکیل سے فارن ہائیٹ سکیل میں تبدیلی

چونکہ سیلسیس سکیل پر 100 درجے فارن ہائیٹ سکیل پر 180 درجوں کے برابر ہوتے ہیں، اس لیے سیلسیس سکیل پر ہر درجہ فارن ہائیٹ سکیل پر 1.8 درجوں کے برابر ہے۔ علاوہ ازیں سیلسیس سکیل پر 0°C فارن ہائیٹ سکیل پر 32°F کے برابر ہے۔ یعنی

$$F = 1.8C + 32 \quad \ldots\ldots \quad (8.3)$$

یہاں F فارن ہائیٹ سکیل پر ٹمپریچر ہے اور C سیلسیس سکیل پر ٹمپریچر ہے۔

**مثال 8.3**

سیلسیس سکیل پر 50 °C ٹمپریچر کو فارن ہائیٹ سکیل میں تبدیل کریں۔

**حل**

$$C = 50\,°C$$

ہم جانتے ہیں کہ $F = (1.8\,C + 32)$

اس لیے $F = (1.8 \times 50 + 32)$

$$F = 122\,°F$$

پس سیلسیس سکیل پر 50°C فارن ہائیٹ سکیل پر 122°F کے برابر ہے۔

### فارن ہائیٹ سکیل سے سیلسیس سکیل میں تبدیلی

مساوات (8.3) کی مدد سے ہم فارن ہائیٹ سکیل سے سیلسیس سکیل میں ٹمپریچر معلوم کر سکتے ہیں۔

**مثال 8.4**

فارن ہائیٹ سکیل پر 100 °F ٹمپریچر کو سیلسیس سکیل میں تبدیل کریں۔

**حل**

$$F = 100\,°F$$

ہم جانتے ہیں کہ $1.8\,C = F - 32$

اس لیے $1.8\,C = 100 - 32$

$$18C = 68$$

$$C = 68/1.8$$

$$C = 37.8\,^{\circ}C$$

## 8.3 حرارت مخصوصہ Specific Heat Capacity

عام طور پر یہ مشاہدہ کیا جاتا ہے کہ پانی کا درجہ حرارت بڑھتا ہے۔ جسم کے ٹمپریچر میں اضافہ جسم کو دی جانے والی حرارت کی مقدار پر منحصر ہوتا ہے۔ یہ بات بھی مشاہدہ میں آئی ہے کہ کسی جسم کے ٹمپریچر میں اضافہ $\Delta T$ کے لیے درکار حرارت $\Delta Q$ جسم کے ماس $m$ پر بھی منحصر ہوتی ہے۔ لہذا

$$\Delta Q \propto m\Delta T$$

$$\Delta Q = cm\Delta T \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (8.4)$$

یہاں پر $\Delta Q$ جسم کی جذب کردہ حرارت کی مقدار ہے اور $c$ تناسب کا مستقل ہے۔ اسے مخصوص ہیٹ کپیسٹی یا صرف حرارت مخصوصہ کہتے ہیں۔ کسی شے کی حرارت مخصوصہ کی تعریف یوں کی جاتی ہے۔

> کسی شے کی حرارت مخصوصہ حرارت کی وہ مقدار ہے جو اس شے کے ایک کلوگرام ماس کا ٹمپریچر 1K بڑھانے کے لیے درکار ہوتی ہے۔

مساوات (8.4) کی رو سے

$$c = \frac{\Delta Q}{m\Delta T} \quad \ldots (8.5)$$

SI یونٹس میں ماس $m$ کو کلوگرام (kg) میں لیا جاتا ہے۔ حرارت $\Delta Q$ کی پیمائش جول (J) میں کی جاتی ہے اور ٹمپریچر میں اضافہ $\Delta T$ کیلون (K) میں لیا جاتا ہے۔ اس لیے SI یونٹس میں حرارت مخصوصہ کا یونٹ $Jkg^{-1}K^{-1}$ ہے۔ چند عام اشیا کی حرارت مخصوصہ ٹیبل (8.1) میں دی گئی ہیں۔

[illegible]

پانی کی حرارت مخصوصہ $4200\ Jkg^{-1}K^{-1}$ ہے اور خشک مٹی کی حرارت مخصوصہ تقریباً $800\ Jkg^{-1}K^{-1}$ ہے۔ یعنی جب کہ ایک جیسی مقدار میں

ٹیبل 8.1: چند عام اشیا کی حرارت مخصوصہ

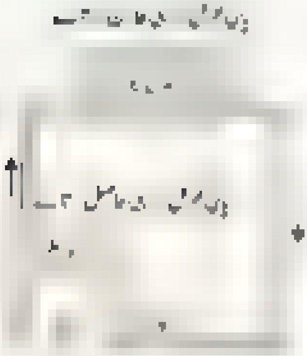
| شے | حرارت مخصوصہ ($Jkg^{-1}K^{-1}$) |
|---|---|
| الکحل | 2500.0 |
| ایلومینیم | 903.0 |
| سیمنٹ | 900.0 |
| بسمتھ | 121.0 |
| [illegible] | 920.0 |
| تانبا | 387.0 |
| [illegible] | 2010.0 |
| کانچ | 840.0 |
| سیسہ | 128.0 |
| [illegible] | 790.0 |
| برف | 2100.0 |
| لوہا | 470.0 |
| [illegible] | 126.0 |
| پارہ | 138.6 |
| ریت | 835.0 |
| چاندی | 235.0 |
| [illegible] | 81.0 |
| بھاپ | 2016.0 |
| [illegible] | 134.8 |
| [illegible] | 1160.3 |
| پانی | 4200.0 |
| جست | 385.0 |

حرارت جذب کرنے پر خشکی کا ٹمپریچر پانی کے ٹمپریچر کے مقابلے میں زیادہ بڑھتا ہے جس کی وجہ سے موسم گرما میں سمندر کے قریبی علاقوں میں دور کے علاقوں کی نسبت ٹمپریچر میں بہت معمولی موسمی تبدیلیاں ہوتی ہیں۔

پانی کی حرارت مخصوصہ سب سے زیادہ ہے۔ اسی وجہ سے یہ ٹھنڈا کرنے اور حرارت کی منتقلی کے لیے بہت کارآمد ہے۔ گاڑیوں کے کولنگ سسٹم میں ٹمپریچر کو کنٹرول کرنے کے لیے پانی استعمال ہوتا ہے۔ انجن کو ٹھنڈا رکھنے کے لیے پانی بڑی مقدار میں حرارت جذب کر لیتا ہے۔ جس کی وجہ سے اس کا ٹمپریچر بڑھ جاتا ہے۔ گرم پانی ریڈی ایٹر کی ٹیوبوں سے گزرتا ہے جیسا کہ شکل (8.6) میں دکھایا گیا ہے۔ ریڈی ایٹر کی ٹیوبوں سے گزرتے ہوئے پانی کی حرارت ہوا میں منتقل ہو جاتی ہے اور ٹھنڈا پانی دوبارہ انجن میں چلا جاتا ہے۔

شکل 8.6 کار میں استعمال ہونے والا کولنگ سسٹم

سنٹرل ہیٹنگ سسٹم (central heating system) جیسا کہ شکل (8.7) میں دکھایا گیا ہے۔ حرارت کی منتقلی کے لیے بھی گرم پانی استعمال ہوتا ہے۔ یہ ریڈی ایٹرز عمارت کے اندر مناسب جگہوں پر لگائے جاتے ہیں۔



شکل 8.7 سنٹرل ہیٹنگ سسٹم

## مثال 8.5

کیتلی میں موجود 2.5 لٹر پانی جس کا ٹمپریچر 20°C ہے۔ پانی کو ابالنے کے لیے حرارت کی کتنی مقدار درکار ہے؟

حل

پانی کا والیوم = 2.5 لٹر

کیونکہ ایک لٹر پانی کا ماس تقریباً ایک کلوگرام ہوتا ہے

پانی کا ماس $m = 2.5 kg$

پانی کی حرارت مخصوصہ $c = 4200 Jkg^{-1}K^{-1}$

ابتدائی ٹمپریچر $T_1 = 20°C$

آخری ٹمپریچر $T_2 = 100°C$

ٹمپریچر میں اضافہ $\Delta T = t_2 - t_1$

$= 100^\circ C - 20^\circ C$

$= 80^\circ C$ or $80\ K$

چونکہ $Q = c m \Delta T$

تب $Q = 4200\ Jkg^{-1}K^{-1} \times 2.5\ kg \times 80\ K$

$Q = 840000\ J$

درکار حرارت کی مقدار 840000 J یا 840 kJ ہے۔

### حرارتی گنجائش

[illegible] حرارت جذب [illegible] بات کا انحصار بہت سے عوامل پر ہوتا ہے۔ یہاں [illegible] گنجائش کی تعریف بیان کرتے ہیں۔

> [illegible] کی حرارتی گنجائش [illegible] ٹمپریچر میں 1K [illegible] ہے جو [illegible] ہوتی ہے۔

[illegible] حرارت کی مقدار $\Delta Q$ [illegible] $\Delta T$ کی مقدار سے بڑھتا ہے تو [illegible] گنجائش $\frac{\Delta Q}{\Delta T}$ ہوگی۔

چونکہ حرارتی گنجائش $= \frac{\Delta Q}{\Delta T} = \frac{m c \Delta T}{\Delta T}$

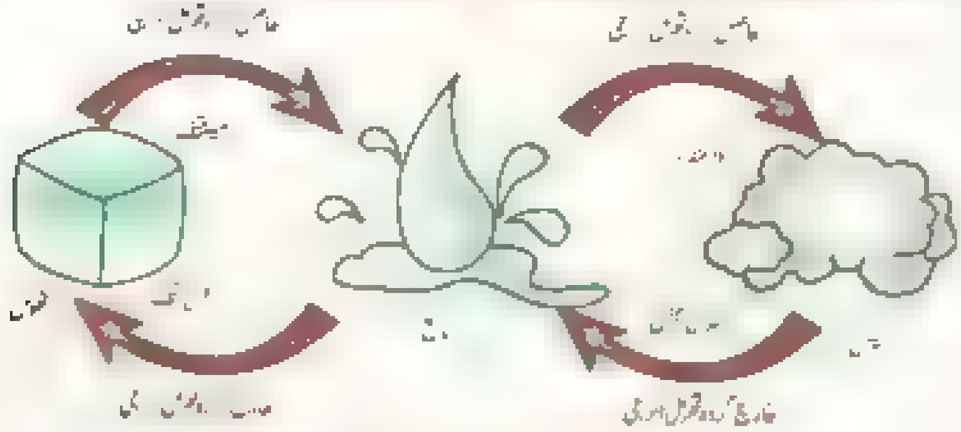
$$\text{حرارتی گنجائش} = mc \quad \ldots \ldots \ldots (8.6)$$

مساوات (8.6) سے ظاہر ہے کہ کسی جسم کی حرارتی گنجائش اس جسم کے ماس اور اس کی مخصوص حرارتی گنجائش کے حاصل ضرب کے برابر ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر 5 کلوگرام پانی کی حرارتی گنجائش $(5\ kg \times 4200\ Jkg^{-1}K^{-1}) = 21000\ JK^{-1}$ ہوتی ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ 21000 J کے برابر حرارت 5 kg پانی کے ٹمپریچر میں 1K اضافہ کے لیے درکار ہے۔ لہٰذا جتنی کسی شے کی مقدار زیادہ ہوتی ہے اتنی ہی اس کی حرارتی گنجائش بھی زیادہ ہوتی ہے۔

## 8.4 حالت کی تبدیلی Change of State

[illegible] ایک حالت سے دوسری حالت میں تبدیل ہو سکتا ہے۔ [illegible] کے وقت

ہونے کے لیے کسی شے کو حرارتی توانائی مہیا کی جاتی ہے یا اس سے خارج کی جاتی ہے




شکل 8.8: حرارتی توانائی مادے کی حالت تبدیل کرتی ہے

## سرگرمی 8.1

بیکر میں برف کے ٹکڑے ڈالیں اور اس میں تھرمامیٹر رکھیں۔ بیکر کو برنر سے گرم کریں۔

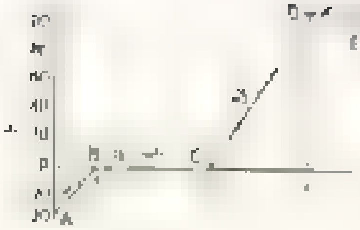
اب برف کو مسلسل گرم کریں اور ہر منٹ بعد ٹمپریچر نوٹ کرتے جائیں۔ برنر (burner) سے حرارت ملنے پر برف کا ٹمپریچر مسلسل بڑھتا ہے۔

برف کا ٹمپریچر 0°C تک بڑھے گا، جب تک ساری برف پانی میں تبدیل نہیں ہو جاتی۔

0°C پر پانی حاصل ہونے کے بعد، پانی کو مزید گرم کیا جائے تو اس کا ٹمپریچر

0°C سے بڑھنا شروع ہو جائے گا۔ جیسا کہ شکل (8.9) میں ٹمپریچر ٹائم گراف سے

دکھایا گیا ہے۔

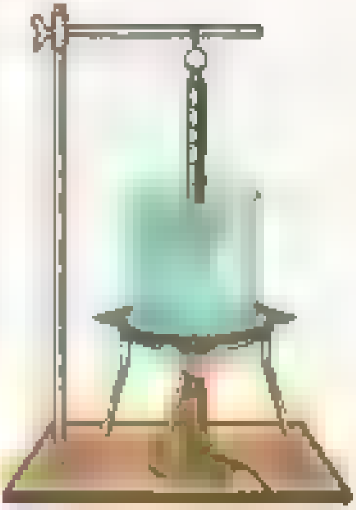



شکل 8.9: برف سے پانی اور پانی سے بھاپ میں حالت کی تبدیلی کو ظاہر کرتا ہوا ٹمپریچر-ٹائم گراف۔

- حصہ AB: حرارت ملنے کے دوران برف کا ٹمپریچر −30°C سے 0°C تک بڑھتا ہے۔
- حصہ BC: جب برف کا ٹمپریچر 0°C تک پہنچ جاتا ہے تو برف پانی میں تبدیل ہونے لگتی ہے۔ ٹمپریچر 0°C پر رہتا ہے جب تک ساری برف پانی میں تبدیل نہ ہو جائے۔
- حصہ CD: پانی کا ٹمپریچر 0°C سے 100°C تک بڑھتا ہے۔ دی گئی حرارت کی مقدار پانی کا ٹمپریچر بڑھانے میں استعمال ہوتی ہے۔
- حصہ DE: 100°C پر پانی ابلنا شروع ہوتا ہے اور بھاپ میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ یہاں ٹمپریچر 100°C پر قائم رہتا ہے جب تک سارا پانی بھاپ میں تبدیل ہو جاتا ہے۔

## 8.5 پگھلاؤ کی مخفی حرارت (Latent Heat of Fusion)

جب کسی ٹھوس شے کو حرارت مہیا کرنے سے وہ مائع حالت میں تبدیل ہو جاتا ہے تو اس عمل کو میلٹنگ یا فیوژن کہا جاتا ہے۔ جس ٹمپریچر پر کوئی ٹھوس شے پگھلنا شروع ہوتی ہے اسے میلٹنگ پوائنٹ کہا جاتا ہے۔ اس کے برعکس جب مائع ٹھنڈا ہو جاتا ہے تو یہ ٹھوس حالت میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ جس ٹمپریچر پر کوئی شے مائع حالت سے ٹھوس حالت میں تبدیل ہوتی ہے وہ اس کا فریزنگ پوائنٹ کہلاتا ہے۔ مختلف اشیا کے میلٹنگ پوائنٹ مختلف ہوتے ہیں۔ عام طور پر کسی شے کا فریزنگ پوائنٹ وہی ہوتا ہے جو اس کا میلٹنگ پوائنٹ ہوتا ہے۔



شکل 8.10 برف اور بیکر

کسی شے کے یونٹ ماس کو اس کے میلٹنگ پوائنٹ پر ٹھوس سے مائع حالت میں تبدیل کرنے کے لیے درکار حرارت کی مقدار اس کی پگھلاؤ کی مخفی حرارت کہلاتی ہے۔

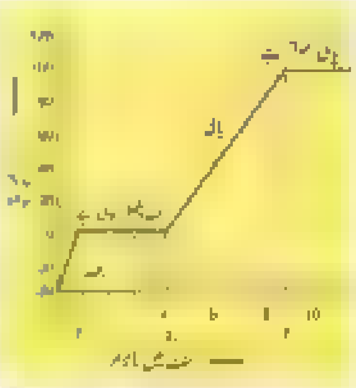
اسے $H_f$ سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$H_f = \frac{\Delta Q_f}{m}$$

یا

$$\Delta Q_f = m H_f \quad \ldots\ldots (8.7)$$

برف 0°C پر پانی میں تبدیل ہو جاتی ہے۔ برف کی پگھلاؤ کی مخفی حرارت $3.36 \times 10^5\ Jkg^{-1}$ ہے۔ یعنی 0°C پر 1 kg برف کو پگھلانے کے لیے $3.36 \times 10^5\ J$ حرارت درکار ہوتی ہے۔



شکل 8.11 ٹمپریچر ٹائم گراف جس میں برف پانی میں تبدیل ہوتی ہے 0°C پر پگھلنے کا عمل جاری رہتا ہے

### تجربہ 8.1

ایک بیکر لیں اور اسے سٹینڈ پر رکھیں۔ بیکر میں برف کے چھوٹے چھوٹے ٹکڑے ڈالیں اور ٹمپریچر ماپنے کے لیے بیکر میں ایک تھرمامیٹر لٹکائیں۔ بیکر کے نیچے برنر (burner) رکھیں۔ برف پگھلنا شروع ہو جائے گی۔ برف اور پانی کے مکسچر کا ٹمپریچر 0°C سے نہیں بڑھے گا جب تک ساری برف پگھل نہیں جاتی۔ برف 0°C پر مکمل طور پر پگھل کر پانی میں تبدیل ہونے کے لیے جو وقت لگتی ہے وہ نوٹ کریں۔ بیکر میں موجود پانی کو 0°C پر مسلسل گرم کرتے جائیں۔ اس کا ٹمپریچر بڑھنا

شروع ہونے والا وقت ہے۔ یہ وہ وقت ہے جس میں پانی $0°C$ سے درجہ حرارت بڑھ کر $100°C$ تک پہنچنے کے لیے لیتا ہے۔

ایک ہیٹر کی مدد سے گراف کھینچیں جیسا کہ شکل (8.11) میں دکھایا گیا ہے۔

دیے گئے گراف سے [illegible] معلوم ہے۔

فرض کریں $m$ = برف کا ماس

گراف سے حاصل معلوم کرنے کے لیے

| | |
|---|---|
| $t_f = t_1 = 3.6$ منٹ | برف کو $0°C$ پر پگھلنے کے لیے درکار وقت |
| $t_o = t_2 - t_1 = 4.6$ منٹ | پانی کو $0°C$ سے $100°C$ تک گرم ہونے کے لیے درکار وقت |

$c = 4200\ Jkg^{-1}K^{-1}$ پانی کی حرارت مخصوصہ

$\Delta T = 100°C = 100\ K$ = پانی کے درجہ حرارت میں اضافہ

$\Delta Q = mc\Delta T$ = پانی کو $0°C$ سے $100°C$ تک گرم ہونے کے لیے درکار حرارت

$$= m \times 4200\ Jkg^{-1}K^{-1} \times 100\ K$$

$$= m \times 420\,000\ Jkg^{-1}$$

$$= m \times 4.2 \times 10^5\ Jkg^{-1}$$

پانی کو $0°C$ سے $100°C$ تک گرم ہونے کے لیے درکار حرارت $\Delta Q$ ہے جو کہ $t_o$ وقت میں پانی جذب کرتا ہے

$\frac{\Delta Q}{t_o}$ = پانی کی حرارت جذب کرنے کی شرح

$\Delta Q_f = \frac{\Delta Q}{t_o} \times t_f$ = وقت $t_f$ میں جذب کی گئی حرارت [illegible]

$$= \Delta Q \times \frac{t_f}{t_o}$$

مساوات (8.7) کی رو سے

$$\Delta Q_f = m \times H_f$$

قیمتیں درج کرنے سے

$$m \times H_f = m \times 4.2 \times 10^5\ Jkg^{-1} \times \frac{t_f}{t_o}$$

یا

$$H_f = 4.2\times10^5\ Jkg^{-1} \times \frac{t_f}{t_m}$$

$t_f$ اور $t_m$ کی قیمتیں گراف سے معلوم ہو سکتی ہیں۔
اوپر دی گئی مساوات میں قیمتیں درج کرنے سے

$$H_f = 4.2\times10^5\ Jkg^{-1} \times \frac{3.6\ \text{منٹ}}{4.6\ \text{منٹ}}$$

$$= 3.29\times10^5\ Jkg^{-1}$$

مندرجہ بالا تجربہ سے معلوم کی گئی برف کی پگھلاؤ کی مخفی حرارت $3.29\times10^5\ Jkg^{-1}$ ہے۔ جبکہ اس کی اصل قیمت $3.36\times10^5\ Jkg^{-1}$ ہے۔

## 8.6 ویپرائزیشن کی مخفی حرارت

**(Latent Heat of Vaporization)**

جب کسی مائع کو اس کے بوائلنگ پوائنٹ پر حرارت مہیا کی جاتی ہے تو اس کا ٹمپریچر کونسٹنٹ رہتا ہے۔ کسی مائع کو اس کے بوائلنگ پوائنٹ پر دی جانے والی حرارت اس کے ٹمپریچر میں اضافہ کیے بغیر اس کی حالت کو مائع سے گیس میں تبدیل کرنے کے لیے استعمال ہوتی ہے۔

> حرارت کی وہ مقدار جو کسی مائع کے یونٹ ماس کو اس کے بوائلنگ پوائنٹ پر ٹمپریچر میں اضافہ کیے بغیر مکمل طور پر گیس میں تبدیل کر دیتی ہے، ویپرائزیشن کی مخفی حرارت کہلاتی ہے۔

اسے $H_v$ سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$H_v = \frac{\Delta Q_v}{m}$$

$$\text{or} \qquad \Delta Q_v = m H_v \qquad (8.8)$$

جب پانی کو گرم کیا جاتا ہے تو یہ معیاری پریشر پر $100°C$ پر کھولتا ہے۔ اس کا ٹمپریچر $100°C$ رہتا ہے جب تک کہ یہ مکمل طور پر بھاپ میں تبدیل نہیں ہو جاتا۔ اس کی ویپرائزیشن کی مخفی حرارت $2.26\times10^6\ Jkg^{-1}$ ہے۔ یعنی پانی کے ایک کلوگرام ماس کو اس کے بوائلنگ پوائنٹ پر مکمل طور پر بھاپ میں تبدیل کرنے کے لیے $2.26\times10^6\ J$ حرارت درکار ہوتی ہے۔

جدول 8.2 چند اشیا کے پگھلنے اور ابلنے کے درجات حرارت اور مخفی حرارت

| تبخیر کی مخفی حرارت (kJ kg⁻¹) | پگھلاؤ کی مخفی حرارت (kJ kg⁻¹) | نقطہ ابال (°C) | نقطہ پگھلاؤ (°C) | شے |
|---|---|---|---|---|
| 10500 | 39.7 | 2450 | 660 | ایلومینیم |
| 4810 | 205.0 | 2595 | 1083 | تانبا |
| 1580 | 64.0 | 2660 | 1063 | سونا |
| 21 | 5.2 | 269 | 270 | ہیلیم |
| 858 | 23.0 | 1750 | 327 | سیسہ |
| 270 | 11.7 | 357 | 39 | پارہ |
| 200 | 25.5 | 196 | 210 | نائٹروجن |
| 210 | 13.8 | 183 | 219 | آکسیجن |
| 2260 | 336.0 | 100 | 0 | پانی |

## تجربہ 8.2

تجربہ 8.1 [illegible] [illegible] 100°C [illegible] کے لیے لگا ہے۔

شکل 8.12 [illegible]

ٹمپریچر ٹائم گراف کو مزید بڑھاتے ہیں جیسا کہ شکل (8.12) میں دکھایا گیا ہے۔ دیے گئے ڈیٹا سے برف کی پگھلاؤ کی مخفی حرارت معلوم کریں۔ جیسا کہ نیچے دیا گیا ہے

فرض کریں　　$m$ = برف کا ماس

[پانی کے 0°C سے 100°C تک گرم کرنے کے لیے درکار وقت] $= t_0 = t_3 - t_2 =$ منٹ 4.6

[پانی کے 100°C پر مکمل طور پر بھاپ میں تبدیل ہونے کے لیے درکار وقت] $= t_v = t_4 - t_3 =$ منٹ 24.4

پانی کی حرارت مخصوصہ $c = 4200\ \text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

پانی کے ٹمپریچر میں اضافہ $= \Delta T = 100^\circ\text{C} = 100\ \text{K}$

[پانی کا ٹمپریچر 0°C سے 100°C تک بڑھانے کے لیے درکار حرارت] $= \Delta Q = mc\Delta T$

$$= m \times 4200\ \text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1} \times 100\ \text{K}$$

$$= m \times 420000\ \text{Jkg}^{-1}$$

$$= m \times 4.2 \times 10^5\ \text{Jkg}^{-1}$$

کیونکہ ہیٹر پانی کو $t_0$ وقت میں اس کے ٹمپریچر میں 0°C سے 100°C تک اضافہ کرنے کے لیے حرارت $\Delta Q$ مہیا کرتا ہے۔ یہی اس شرح سے ہیٹر سے حرارت جذب کی وہ نیچے دی گئی ہے۔

حرارت جذب کرنے کی شرح $= \dfrac{\Delta Q}{t_0}$

ٹائم $t_v$ میں جذب شدہ حرارت $= \Delta Q_v = \dfrac{\Delta Q \times t_v}{t_0}$

$$= \Delta Q \times \frac{t_v}{t_0}$$

مساوات (8.8) کی رو سے

$$\Delta Q_v = m \times H_v$$

قیمتیں درج کرنے سے

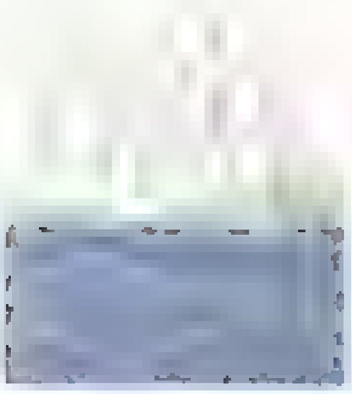
$$m \times H_v = m \times 4.2 \times 10^5\ \text{Jkg}^{-1} \times \frac{t_v}{t_0}$$

$$H_v = 4.2\times10^5\ Jkg^{-1}\times\frac{t_2}{t_1}$$

گراف سے معلوم کی گئی $t_1$ اور $t_2$ کی قیمتیں درج کرنے سے

$$H_v = 4.2\times10^5\ Jkg^{-1}\times\frac{24.4\ \text{منٹ}}{4.6\ \text{منٹ}}$$

$$= 2.23\times10^6\ Jkg^{-1}$$



شکل 8.13 ایواپوریشن پانی کی سطح سے ہوتی ہے جبکہ بوائلنگ تمام مائع میں واقع ہوتا ہے۔

مندرجہ بالا تجربے سے معلوم کی گئی پانی کے لیے ویپرائزیشن کی لیٹنٹ حرارت $2.23\times10^6\ Jkg^{-1}$ ہے جبکہ اس کی حقیقی قیمت $2.26\times10^6\ Jkg^{-1}$ ہے۔

## 8.7 ایواپوریشن The Evaporation

ایک پلیٹ میں رکھا پانی کچھ دیر بعد غائب ہو جاتا ہے۔ ایسا اس لیے ہوتا ہے کہ پانی کے مالیکیولز کانسٹنٹ موشن میں ہوتے ہیں اور ان میں کائنیٹک انرجی ہوتی ہے۔ تیز رفتار مالیکیولز پانی کی سطح سے باہر نکل جاتے ہیں اور فضا میں چلے جاتے ہیں۔ اسے ایواپوریشن کہا جاتا ہے۔

کسی مائع کی سطح سے کسی بھی ٹمپریچر پر اس کا ویپر میں تبدیل ہونا ایواپوریشن کہلاتا ہے۔

بوائلنگ کے برعکس، ایواپوریشن کا عمل ہر ٹمپریچر پر جاری رہتا ہے۔ نیز یہ عمل صرف مائع کی سطح سے ہوتا رہتا ہے۔ جبکہ بوائلنگ کا عمل ایک مقررہ ٹمپریچر پر وقوع پذیر ہوتا ہے جو کسی مائع کا بوائلنگ پوائنٹ کہلاتا ہے۔ بوائلنگ پوائنٹ پر ایک مائع نہ صرف سطح سے بلکہ تمام حصوں سے ویپر میں تبدیل ہو رہا ہوتا ہے۔ یہ ویپرز بلبلوں کی شکل میں اوپر آتے ہیں جو مائع کی سطح پر پہنچ کر ٹوٹ جاتے ہیں۔

ایواپوریشن کا عمل ہماری روزمرہ زندگی میں اہم کردار ادا کرتا ہے۔ گیلے کپڑوں کو جب پھیلا دیا جاتا ہے تو وہ جلد خشک ہو جاتے ہیں۔ ایواپوریشن ٹھنڈک کا سبب

1. حرارت مخصوص ... کیسے مختلف ہے؟
2. ... سے ... کے معلوم ... کیسے ... کریں؟
3. ایواپوریشن، بوائلنگ سے کس طرح مختلف ہے؟

تی ہے۔ ایسا کیوں ہوتا ہے؟

ایویپوریشن کے عمل کے دوران تیز رفتار مالیکیولز مائع سے باہر نکل جاتے ہیں۔ جب کہ وہ مالیکیولز جن کی کائنیٹک انرجی کم ہوتی ہے، مائع میں رہ جاتے ہیں۔ اس طرح مائع کے مالیکیولز کی اوسط کائنیٹک انرجی کم ہو جاتی ہے۔

چونکہ کسی شے کے ٹمپریچر کا انحصار اس کے مالیکیولز کی اوسط کائنیٹک انرجی پر ہوتا ہے، اس لیے مائع کے ٹمپریچر میں کمی واقع ہو جاتی ہے۔ پسینے کی بخارات میں تبدیلی ہمارے جسم کو ٹھنڈا کرنے میں مدد دیتی ہے۔

مائع کی سطح سے ایویپوریشن کا عمل ہر ٹمپریچر پر جاری رہتا ہے۔ ایویپوریشن کے عمل کی شرح کا انحصار مندرجہ ذیل عوامل پر ہوتا ہے۔

### ٹمپریچر Temperature

زیادہ بلند ٹمپریچر پر کسی مائع کے زیادہ تر مالیکیولز تیز رفتاری سے حرکت کرتے ہیں۔ لہٰذا زیادہ تعداد میں مالیکیولز اس کی سطح سے باہر نکل رہے ہوتے ہیں۔ اس لیے ایویپوریشن کم ٹمپریچر کے بجائے بلند ٹمپریچر پر تیز تر ہوتا ہے۔ گیلے کپڑے گرمیوں میں سردیوں کی نسبت جلد کیوں سوکھ جاتے ہیں؟

### سطحی رقبہ (Surface Area)

کسی مائع کی سطح کا رقبہ جتنا زیادہ ہوتا ہے اتنی ہی زیادہ تعداد میں مالیکیولز اس کی سطح سے باہر نکل رہے ہوتے ہیں۔ اسی وجہ سے جب پانی کو بڑے رقبے پر پھیلا دیا جائے تو پانی زیادہ تیزی سے بخارات میں تبدیل ہوتا ہے۔

### ہوا

کسی مائع کی سطح کے اوپر چلتی ہوئی تیز ہوا مائع کے ان مالیکیولز کو بہا کر لے جاتی ہے جو اس وقت مائع کی سطح سے باہر نکل رہے ہوتے ہیں۔ اس طرح ہوا ان مالیکیولز کی مائع میں دوبارہ واپسی کو روکتی ہے۔ اس طرح سے مائع کی سطح سے زیادہ مالیکیولز کو باہر نکلنے کا موقع ملتا ہے۔

### مائع کی نوعیت (Nature of the Liquid)

کیا پانی اور سپرٹ ایک ہی شرح سے ایویپوریٹ ہوتے ہیں؟ مائعات کے

ریفریجریٹر میں مائع میں تبدیل ہونے والی گیس ایویپوریشن سے ٹھنڈک پیدا کرتی ہے۔ فریان (Freon) یا CFC ریفریجریٹرز میں استعمال ہوتی ہے۔ CFC اوزون کی تہہ کو نقصان (Ozone depletion) کا سبب بنتی ہے جس سے UV (rays) کی مقدار میں اضافہ ہوتا ہے جو انسانوں اور دیگر اشیا کے لیے نقصان دہ ہیں۔

اوپر بخارات بننے کی شرح مختلف ہوتی ہے۔ اپنی انگلی، کمر یا پیٹ پر سپرٹ کے چند قطرے ڈالیں۔ یہ تیزی سے بخارات میں تبدیل ہو جاتے ہیں۔ آپ ٹھنڈک محسوس کرتے ہیں۔ کیوں؟

## 8.8 حرارتی پھیلاؤ (Thermal Expansion)

ٹھوس، مائع اور گیسیں گرم کرنے پر پھیلتی ہیں اور ٹھنڈا کرنے پر سکڑتی ہیں۔ ان کے حرارتی پھیلاؤ یا سکڑاؤ عام طور پر بہت کم ہوتے ہیں اور مشاہدہ میں نہیں آتے۔ تاہم یہ پھیلاؤ اور سکڑاؤ ہماری روزمرہ زندگی میں اہم ہوتے ہیں۔

کسی جسم کے مالیکیولز کی کائنیٹک انرجی اس کے ٹمپریچر پر منحصر ہوتی ہے۔ ایک ٹھوس شے کے مالیکیولز کم ٹمپریچر کے مقابلہ میں زیادہ ٹمپریچر پر زیادہ ایمپلی ٹیوڈ (amplitude) سے وائبریٹ کرتے ہیں۔ جب گرم کرنے سے کسی جسم کے ایٹمز یا مالیکیولز کے وائبریٹ کرنے کا ایمپلی ٹیوڈ بڑھ جاتا ہے۔ جیسے جیسے کسی جسم کے ایٹمز یا مالیکیولز کے وائبریٹ کرنے کا ایمپلی ٹیوڈ بڑھتا چلا جاتا ہے وہ زیادہ دور تک ایک دوسرے کو دھکیلتے ہیں۔ اس طرح سے شے کی لمبائی، چوڑائی اور موٹائی میں اضافہ ہوتا ہے۔

شکل 8.4: ٹھوس جسم کے ایٹمز کی وائبریشن (a) کم ٹمپریچر پر (b) زیادہ ٹمپریچر پر ایمپلی ٹیوڈ زیادہ ہے

### ٹھوس اجسام میں طولی حرارتی پھیلاؤ (Linear Thermal Expansion in Solids)

یہ بات مشاہدہ میں آئی ہے کہ ٹھوس شیا گرم کرنے سے پھیلتی ہیں اور ان کا پھیلاؤ ٹمپریچر کی ایک وسیع حد میں تقریباً یکساں رہتا ہے۔ فرض کریں کہ ایک دھاتی راڈ جس کی لمبائی $L_o$ اور اس کا ٹمپریچر $T_o$ ہے۔ اسے $T$ ٹمپریچر تک گرم کرنے سے اس کی لمبائی $L$ ہو جاتی ہے۔ پس

$$\text{لمبائی میں اضافہ} = \Delta L = L - L_o$$

$$\text{ٹمپریچر میں اضافہ} = \Delta T = T - T_o$$

تجربہ سے ہمیں معلوم ہوتا ہے کہ ٹھوس اشیا کی لمبائی میں تبدیلی اس کی ابتدائی لمبائی اور ٹمپریچر میں تبدیلی کے ڈائریکٹلی پروپورشنل ہوتی ہے۔

چونکہ

$$\Delta L \propto L_o \Delta T$$

لہٰذا $$\Delta L = \alpha L_o \Delta T \quad \ldots \ldots \ldots (8.9)$$

یا $$L - L_o = \alpha L_o \Delta T$$

یا $$L = L_o (1 + \alpha \Delta T) \quad \ldots (8.10)$$

جبکہ α کسی شے کے طولی حرارتی پھیلاؤ کا کوایفی شینٹ ہے۔

مساوات (8.9) کی مدد سے

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_o \Delta T} \quad (8.11)$$

کسی شے کے طولی پھیلاؤ کے کوایفی شینٹ کی تعریف یوں کی جاتی ہے۔ ٹھوس کی سلاخ کی ایک میٹر لمبائی کو 1K ٹمپریچر کے فرق تک گرم کیا جائے تو اس کی لمبائی میں اضافے کو طولی پھیلاؤ کا کوایفی شینٹ کہتے ہیں۔

چند عام ٹھوس اشیا کے طولی حرارتی پھیلاؤ کے کوایفی شینٹ ٹیبل (8.3) میں دیے گئے ہیں۔

ٹیبل 8.3 چند عام ٹھوس اشیا کے طولی حرارتی پھیلاؤ کے کوایفی شینٹ

| شے | $\alpha\ (K^{-1})$ |
|---|---|
| ایلومینیم | $2.4 \times 10^{-5}$ |
| پیتل | $1.9 \times 10^{-5}$ |
| تانبا | $1.7 \times 10^{-5}$ |
| سٹیل | $1.2 \times 10^{-5}$ |
| سونا | $1.93 \times 10^{-5}$ |
| لوہا | $1.3 \times 10^{-5}$ |
| پلاٹینم | $8.6 \times 10^{-6}$ |
| ٹنگسٹن | $0.4 \times 10^{-5}$ |
| گلاس | $0.3 \times 10^{-5}$ |
| کنکریٹ | $1.2 \times 10^{-5}$ |

## مثال 8.6

ایک پیتل کی سلاخ جو 0°C ٹمپریچر پر ایک میٹر لمبی ہے۔ اس کی لمبائی 30°C پر معلوم کیجیے۔ جبکہ پیتل کے طولی حرارتی پھیلاؤ کے کوایفی شینٹ کی قیمت $1.9 \times 10^{-5} K^{-1}$ ہے۔

حل

$$L_o = 1m$$
$$t = 30°C$$
$$t_o = 0°C$$
$$T_o = 0 + 273 = 273K$$
$$T = 30 + 273 = 303K$$
$$\Delta T = T - T_o$$
$$= 303\ K - 273\ K$$
$$= 30\ K$$
$$\alpha = 1.9 \times 10^{-5} K^{-1}$$

چونکہ $$L = L_o (1 + \alpha \Delta T)$$

تب

$$L = 1\,m \times (1 + 1.9 \times 10^{-5}\,K^{-1} \times 30\,K)$$

$$L = 1.00057\,m$$

پس 30°C پر پیتل کی سلاخ کی لمبائی 1.00057 m ہوگی۔

ٹمپریچر کی تبدیلی کے ساتھ کسی ٹھوس شے کے والیوم کی تبدیلی ہونے کے عمل کو والیوم میں حرارتی پھیلاؤ کہا جاتا ہے۔ فرض کریں ایک ٹھوس شے جس کا $T_0$ ٹمپریچر پر ابتدائی والیوم $V_0$ ہے۔ ٹھوس شے کو ٹمپریچر $T$ تک گرم کرنے پر اس کا والیوم $V$ ہو جاتا ہے۔ اس طرح

ٹھوس شے کے والیوم میں تبدیلی $\Delta V = V - V_0$

اور ٹمپریچر میں تبدیلی $\Delta T = T - T_0$

طولی پھیلاؤ کی طرح والیوم میں تبدیلی $\Delta V$ ابتدائی والیوم $V_0$ اور ٹمپریچر میں تبدیلی $\Delta T$ کے ڈائریکٹلی پروپورشنل ہوتی ہے۔ یعنی

$$\Delta V \propto V_0 \Delta T$$

یا

$$\Delta V = \beta V_0 \Delta T \quad \ldots \ldots \ldots \quad (8.12)$$

یا

$$V - V_0 = \beta V_0 \Delta T$$

$$V = V_0 (1 + \beta \Delta T) \quad \ldots \ldots \ldots \quad (8.13)$$

جبکہ $\beta$ والیوم میں پھیلاؤ کے کوایفیشنٹ کو ظاہر کرتا ہے۔

مساوات (8.12) کی مدد سے

$$\beta = \frac{\Delta V}{V_0 \Delta T} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (8.14)$$

اس کی شے کے والیوم میں پھیلاؤ کے کوایفیشنٹ $\beta$ کی تعریف یوں کی جاتی ہے۔

کسی شے کے یونٹ والیوم میں ٹمپریچر کی ایک کیلون (1K) تبدیلی کے ساتھ ہونے والی تبدیلی والیوم میں پھیلاؤ کا کوایفیشنٹ ہوتی ہے۔

ٹیبل 8.4 مختلف اشیا کے والیوم میں حرارتی پھیلاؤ کے کوایفیشنٹ

| $\beta$ ($K^{-1}$) | شے |
|---|---|
| $7.2 \times 10^{-5}$ | ایلومینیم |
| $6.0 \times 10^{-5}$ | پیتل |
| $5.1 \times 10^{-5}$ | کاپر |
| $3.6 \times 10^{-5}$ | سٹیل |
| $27.0 \times 10^{-6}$ | [illegible] |
| $0.9 \times 10^{-5}$ | گلاس |
| $53 \times 10^{-5}$ | گلیسرین |
| $18 \times 10^{-5}$ | مرکری |
| $21 \times 10^{-5}$ | پانی |
| $3.67 \times 10^{-3}$ | ہوا |
| $3.72 \times 10^{-3}$ | کاربن ڈائی آکسائیڈ |
| $3.66 \times 10^{-3}$ | ہائیڈروجن |

طولی پھیلاؤ کے کوایفیشنٹ اور والیوم میں پھیلاؤ کے کوایفیشنٹ کا تعلق یوں ظاہر کیا جاتا ہے۔

$$\beta = 3\alpha \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (8.15)$$

مثال 8.7

100°C پر پیتل کے مکعب کا والیوم معلوم کریں۔ جس کی سائیڈ 0°C پر 10 سینٹی میٹر ہے۔ جبکہ پیتل کے طولی حرارتی پھیلاؤ کے کوایفیشنٹ کی قیمت $1.9 \times 10^{-5} K^{-1}$ ہے۔

حل

ابتدائی لمبائی $L_o = 10 cm = 0.1 m$

ابتدائی ٹمپریچر $T_o = 0^{\circ}C = (0 + 273) K = 273 K$

$T = 100^{\circ}C = (100 + 273) K = 373 K$

$\Delta T = T - T_o$

$= 373 K - 273 K = 100 K$

$\alpha = 1.9 \times 10^{-5} K^{-1}$

کیونکہ $\beta = 3\alpha$

اس لیے $\beta = 3 \times 1.9 \times 10^{-5} K^{-1}$

$= 5.7 \times 10^{-5} K^{-1}$

ابتدائی والیوم $V_o = L^3_o = (0.1 m)^3$

$= 0.001 m^3 = 10^{-3} m^3$

کیونکہ $V = V_o(1 + \beta\Delta T)$

اس لیے $V = 10^{-3} m^3 \times (1 + 5.7 \times 10^{-5} K^{-1} \times 100 K)$

یا $V = 10^{-3} m^3 \times (1 + 5.7 \times 10^{-3})$

$= 10^{-3} m^3 \times (1 + 0.0057)$

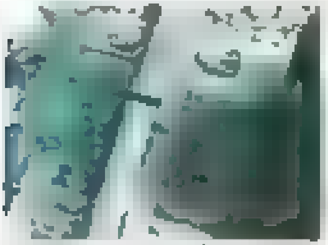
$= 1.0057 \times 10^{-3} m^3$

تب 100°C پر پیتل کے مکعب کا والیوم $1.0057 \times 10^{-3} m^3$ ہوگا۔

## حرارتی پھیلاؤ کے اثرات

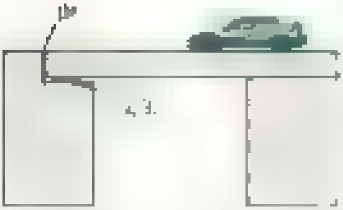
### Consequences of Thermal Expansion

ریلوے کی پٹڑیوں کے درمیان خلا کیوں رکھا جاتا ہے؟ ٹھوس اشیا کا پھیلاؤ پلوں، ریلوے کی پٹڑیوں اور سڑکوں کو نقصان پہنچا سکتا ہے کیونکہ یہ مستقل طور پر ٹمپریچر کی تبدیلیوں کے زیر اثر رہتے ہیں۔ لہٰذا تعمیر کرتے وقت ٹمپریچر کے ساتھ پھیلاؤ اور سکڑاؤ کے لیے گنجائش رکھی جاتی ہے۔ مثال کے طور پر ریلوے کی پٹڑیاں بچھاتے وقت ان کے درمیان خلا چھوڑا جاتا ہے تاکہ گرمی کے موسم کے دوران پٹڑی کا پھیلاؤ اس کے ٹیڑھا ہونے کا سبب نہ بنے۔

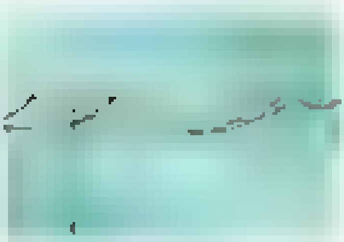


شکل 8.15: موسم گرما کے دوران حرارتی پھیلاؤ کی وجہ سے ریلوے کی پٹڑیوں میں خلا ختم ہو چکا ہے۔

سٹیل کے شہتیروں (steel girders) سے بنائے گئے پل بھی دن کے دوران پھیلتے ہیں اور رات کے دوران سکڑتے ہیں۔ اگر ان کے سروں کو مضبوطی سے پیوست کر دیا جائے تو یہ ٹیڑھے ہو جائیں گے۔ اس لیے حرارتی پھیلاؤ کے لیے ان کے ایک سرے کو فکس کر دیا جاتا ہے جبکہ دوسرے سرے کو پھیلاؤ کے لیے چھوڑے گئے خلا میں لگے رولرز (rollers) پر رکھ دیا جاتا ہے۔ ٹیلیفون اور بجلی کے لیے لگائے گئے کھمبوں پر لٹکائے گئے تاروں کو کسی حد تک ڈھیلا رکھا جاتا ہے تاکہ موسم سرما میں بغیر ٹوٹے سکڑ سکیں۔



شکل 8.16: ایسے پل جن کے ایک سرے پر رولرز ہوتے ہیں۔ پھیلاؤ اور سکڑاؤ کے لیے گنجائش مہیا کرتے ہیں۔



شکل 8.17: سطح زمین سے بلند بجلی کی تاروں کو موسم سرما میں ٹوٹنے سے بچانے کے لیے کچھ ڈھیلا رکھا جاتا ہے۔

## حرارتی پھیلاؤ کا اطلاق

### (Applications of Thermal Expansion)

حرارتی پھیلاؤ کا ہماری روزمرہ زندگی میں استعمال ہوتا ہے۔ تھرمامیٹر میں حرارتی پھیلاؤ ٹمپریچر کی پیمائش کے لیے استعمال ہوتا ہے۔ بوتل کے سخت ڈھکن کو کھولنے کے لیے اسے ایک منٹ کے لیے گرم پانی میں ڈبویا جاتا ہے۔ میٹل کا ڈھکن پھیلنے سے ذرا ڈھیلا ہو جاتا ہے۔ اب اسے آسانی سے کھولا جا سکتا ہے۔

سٹیل کی پلیٹوں کو مضبوطی سے جوڑنے کے لیے پلیٹوں میں موجود سوراخوں میں سرخ گرم ریوٹس (rivets) ٹھونکی جاتی ہیں جیسا کہ شکل (8.18a) میں دکھایا گیا ہے۔ ریوٹس کے سرے کو ہتھوڑے سے کوٹا جاتا ہے۔ ٹھنڈا ہونے پر ریوٹس سکڑتی ہیں اور پلیٹیں مضبوطی کے ساتھ آپس میں جکڑی جاتی ہیں۔

شکل 8.18: (a) گرم ریوٹس لگانے پر (b) ریوٹس کے سروں کو ٹھنڈے ہونے کے بعد کوٹا جاتا ہے۔

بیل گاڑیوں کے لکڑی کے پہیوں پر لوہے کے چھلے (rims) چڑھائے جاتے

تپش سے لوہے کے حلقوں کو گرم کیا جاتا ہے۔ حرارتی پھیلاؤ اس کے لکڑی کے پہیے پر پھسل کر چڑھنے کا سبب بنتا ہے۔ گرم حلقہ چڑھ جانے کے بعد اس پر پانی ڈال کر ٹھنڈا کیا جاتا ہے۔ ٹھنڈا ہونے پر حلقہ سکڑ کر پہیے کے ساتھ مضبوطی سے جڑ جاتا ہے۔

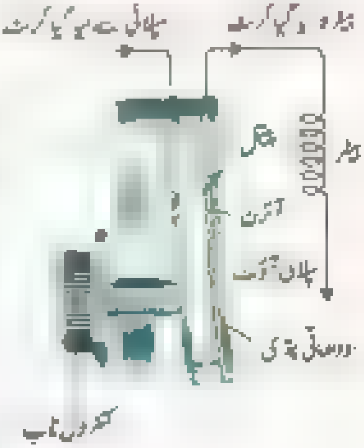
## دو دھاتی پتری (Bimetallic Strip)

دو دھاتی پتری میں مختلف دھاتوں کی دو باریک پتریاں جیسے پیتل اور لوہا باہم جوڑ دی جاتی ہیں جیسا کہ شکل (8.19a) میں دکھایا گیا ہے۔ چونکہ پیتل لوہے سے زیادہ پھیلتا ہے۔ یہ غیر مساوی پھیلاؤ پتری کے مڑ جانے کا سبب بنتا ہے۔ اس سے گرم کرنے پر یہ مڑ جاتی ہے۔ جیسا کہ شکل (8.19b) میں دکھایا گیا ہے۔

شکل 8.19 (a) پیتل اور لوہے کی دو دھاتی پتری (b) پیتل، آئرن دو دھاتی پتری ان کے مختلف حرارتی پھیلاؤ کی وجہ سے مڑتی ہے۔

پانی 4°C سے نیچے ٹھنڈا ہونے پر پھیلتا ہے یعنی کہ اس کا ٹمپریچر 0°C تک گرتا جاتا ہے۔ یہ ٹھنڈا ہونے پر اس کا حجم بڑھتا ہے حتیٰ کہ یہ 0°C پر برف میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ جب برف کو 0°C سے نیچے ٹھنڈا کیا جاتا ہے یہ سکڑتی ہے۔ جیسا کہ عام ٹھوس سکڑتے ہیں۔ پانی کا یہ غیر معمولی پھیلاؤ پانی کا بے قاعدہ پھیلاؤ کہلاتا ہے۔

دو دھاتی پتریاں مختلف مقاصد کے لیے استعمال کی جاتی ہیں۔ دو دھاتی پتریاں تھرمومیٹرز میں ٹمپریچر کی پیمائش کے لیے استعمال ہوتی ہیں۔ یہ تھرمومیٹرز بھٹیوں (furnaces) اور تنوروں (ovens) کا ٹمپریچر معلوم کرنے کے لیے استعمال ہوتے ہیں۔ یہ تھرمومیٹرز تھرموسٹیٹ (thermostat) میں ٹمپریچر برقرار رکھنے کے لیے استعمال ہوتے ہیں۔ دو دھاتی پتری الیکٹرک استری میں ہیٹر کی کوائل کا ٹمپریچر کنٹرول کرنے والے تھرموسٹیٹ سوئچ میں بھی استعمال ہوتی ہے جیسا کہ شکل (8.20) میں دکھایا گیا ہے۔




شکل 8.20: دو دھاتی تھرموسٹیٹ پہلے سے سیٹ کیے گئے ٹمپریچر پر الیکٹرک سرکٹ کو کاٹ دیتا ہے۔

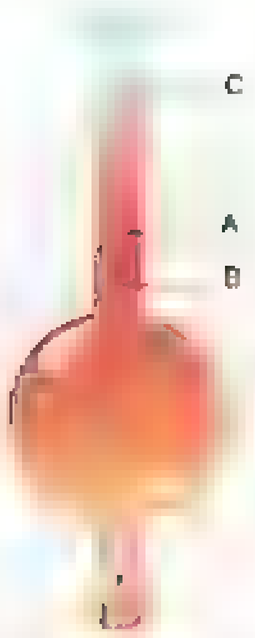
## مائعات کا حرارتی پھیلاؤ (Thermal Expansion of Liquids)

مائعات کے مالیکیولز کسی برتن کے اندر تمام اطراف میں حرکت کرنے کے لیے آزاد ہوتے ہیں۔ مائع کو گرم کرنے پر اس کے مالیکیولز کی تھرتھراہٹ کی وسعت بھی بڑھ

بڑھ جاتا ہے۔ مائعات ایک دوسرے کو کھینچتے ہیں جس کے لیے کسی دیوار کی ضرورت ہوتی ہے۔ یہی وجہ ہے کہ مائعات ٹھوس کے مقابلے میں زیادہ پھیلتے ہیں۔ مائعات میں حرارتی پھیلاؤ ان کے مالیکیولز کے درمیان کشش کی قوت کمزور ہونے کے سبب ٹھوس کے مقابلے میں زیادہ ہوتا ہے۔ اس لیے مائعات میں حرارتی پھیلاؤ کی شرح ٹھوس اشیا سے زیادہ بڑی ہوتی ہے۔

مائعات کی اپنی کوئی مخصوص شکل نہیں ہوتی۔ ایک مائع ہمیشہ جس برتن میں ڈالا جاتا ہے اس کی شکل اختیار کر لیتا ہے۔ جب مائع کو گرم کیا جاتا ہے تو مائع اور برتن دونوں کے والیوم میں تبدیلی واقع ہوتی ہے۔ لہٰذا مائع کے لیے حرارتی والیوم میں پھیلاؤ دو طرح کے ہوتے ہیں۔

- حقیقی والیوم پھیلاؤ
- ظاہری والیوم پھیلاؤ



شکل 8.21: مائع کا ظاہری اور حقیقی پھیلاؤ

## سرگرمی

ایک کانچ کی فلاسک لیجیے اس کی گردن پر نشان لگا دیجیے اور نشان A تک اسے رنگ دار پانی سے بھر دیجیے۔ جیسا کہ شکل (8.21) میں دکھایا گیا ہے۔ اب فلاسک کو نیچے سے گرم کرنا شروع کریں۔ پانی کی سطح پہلے B پر نیچے آتی ہے اور پھر C پوائنٹ تک اوپر چڑھتی ہے۔ حرارت پہلے فلاسک کو ملتی ہے جو پھیلتی ہے اور اس کے والیوم میں اضافہ ہوتا ہے۔ نتیجتاً فلاسک میں پانی نیچے جاتا ہے اور اس کی سطح B پوائنٹ تک پہنچ جاتی ہے۔ تھوڑی دیر بعد پانی گرم ہو کر پوائنٹ B سے اوپر چڑھنا شروع ہو جاتا ہے۔ کچھ دیر بعد پوائنٹ C تک پہنچ جاتا ہے۔ پانی کی سطح میں A سے C تک کا اضافہ پانی کے والیوم میں ظاہری پھیلاؤ کے سبب ہوتا ہے۔ پانی کا حقیقی پھیلاؤ فلاسک میں ہونے والے پھیلاؤ کی وجہ سے اس سے زیادہ ہے۔ حقیقی پھیلاؤ ظاہری پھیلاؤ کے علاوہ A اور C کے درمیان والیوم کے فرق کے برابر ہوتا ہے۔ تب

برتن کا پھیلاؤ + مائع کا ظاہری پھیلاؤ = مائع کا حقیقی پھیلاؤ

یا $BC = AC + AB$ ...... (8.16)

کسی مائع کا والیوم میں پھیلاؤ مخصوص برتن سے پھیلاؤ سے مائع کا حقیقی والیوم میں پھیلاؤ کہلاتا ہے۔

کسی مائع کے والیوم میں پھیلاؤ کی حقیقی شرح $\beta_r$ کی تعریف یوں کی جاتی ہے۔

ایک مائع کے حقیقی والیوم میں اس کے ٹمپریچر میں 1K (1°C) اضافہ سے ہونے والی تبدیلی مائع کے والیوم میں حقیقی پھیلاؤ کی شرح $\beta_r$ کہلاتی ہے۔

والیوم میں پھیلاؤ کی حقیقی شرح $\beta_r$ ہمیشہ برتن کے والیوم میں پھیلاؤ کی شرح $\beta_g$ کے برابر مقدار سے والیوم میں پھیلاؤ کی ظاہری شرح $\beta_a$ سے بڑی ہوتی ہے۔ لہٰذا

$$\beta_r = \beta_a + \beta_g \quad \ldots\ldots\ldots (8.17)$$

یہ یاد رکھنا چاہیے کہ مختلف مائعات میں والیوم میں پھیلاؤ کے کوایفیشنٹ مختلف ہوتے ہیں۔

- کسی جسم کے گرم یا ٹھنڈا ہونے کی شدت کو ٹمپریچر کہتے ہیں۔
- تھرمامیٹر کسی جسم یا جگہ کے ٹمپریچر کی پیمائش کے لیے بنائے جاتے ہیں۔
- لوئر فکسڈ پوائنٹ وہ نشان ہوتا ہے جو تھرمامیٹر میں مرکری کی وہ پوزیشن بتاتا ہے جس پر برف پگھلتی ہے۔
- اپر فکسڈ پوائنٹ وہ نشان ہوتا ہے جو تھرمامیٹر میں مرکری کی وہ پوزیشن بتاتا ہے جس پر پانی کھولتا ہے۔
- ٹمپریچر سکیلوں کی باہمی تبدیلی

  سیلسیس سے کیلون سکیل

  $$T(K) = 273 + C$$

  کیلون سے سیلسیس سکیل

  $$C = T(K) - 273$$

  سیلسیس سے فارن ہائیٹ سکیل

  $$F = 1.8C + 32$$

- حرارت انرجی کی ایک قسم ہے۔ اس انرجی کو اس وقت تک حرارت کہا جاتا ہے جب تک یہ ایک جسم سے دوسرے جسم کو منتقلی کے مراحل میں ہوتی ہے۔ جب ایک جسم کو گرم کیا جاتا ہے تو اس کے مالیکیولز کی کائنیٹک انرجی میں اضافہ ہو جاتا ہے اور مالیکیولز کا اوسط درمیانی فاصلہ بڑھ جاتا ہے۔
- مائعات اور گیسوں کے حرارتی والیوم کے پھیلاؤ دو طرح کے ہوتے ہیں۔ والیوم کا ظاہری پھیلاؤ اور والیوم کا حقیقی پھیلاؤ۔
- کسی شے کے یونٹ ماس کے ٹمپریچر میں ایک کیلون 1K (1°C) اضافہ کے لیے درکار حرارت کی مقدار، حرارت مخصوصہ کہلاتی ہے۔
- کسی شے کے یونٹ ماس کو اس کے میلٹنگ پوائنٹ پر ٹھوس حالت سے مائع حالت میں تبدیل ہونے کے لیے درکار حرارت اس کے پگھلاؤ کی مخفی حرارت کہلاتی ہے۔
- ایک مائع کے یونٹ ماس کو کسی کونسٹنٹ ٹمپریچر پر مکمل طور پر مائع سے گیس میں تبدیل ہونے کے لیے درکار حرارت کی مقدار کو ویپورائزیشن کی مخفی حرارت کہتے ہیں۔

- ٹھوس اجسام کو گرم کرنے سے ان کی لمبائی میں اضافہ ہوتا ہے، جیسے میں اس کی لمبائی کا پھیلاؤ ٹمپریچر کے فرق کے متناسب ہوتا ہے۔ اسے حسابی طور پر یوں لکھتے ہیں:

$$L = L_o (1 + \alpha \Delta T)$$

- کسی ٹھوس کے ایک میٹر لمبے ٹکڑے کی لمبائی میں ٹمپریچر کے ایک ڈگری بڑھنے سے ہونے والی طولی تبدیلی کو اس کا طولی پھیلاؤ کا کوایفیشنٹ کہا جاتا ہے۔

- ٹھوس جسم کا والیوم اس کے ٹمپریچر کے تبدیل ہونے سے تبدیل ہوتا ہے اسے والیوم کا پھیلاؤ کہتے ہیں۔ اسے حسابی طور پر یوں لکھا جاتا ہے:

$$V = V_o (1 + \beta \Delta T)$$

- کسی جسم میں ایک کیلون ٹمپریچر کے اضافے سے ہونے والی والیوم میں تبدیلی اس کے والیوم کے حرارتی پھیلاؤ کا کوایفیشنٹ کہلاتا ہے۔

8.1 مندرجہ ذیل ممکنہ جوابات میں سے درست جواب کے گرد دائرہ لگائیں۔

(i) پانی جس ٹمپریچر پر برف بن جاتا ہے

(a) 0 °F (b) 32 °F
(c) −273 K (d) 0 K

(ii) نارمل یا صحت مند انسانی جسم کا ٹمپریچر ہے

(a) 15 °C (b) 37 °C
(c) 37 °F (d) 98.6 °C

(iii) مرکری تھرمومیٹر سیال کے طور پر استعمال ہوتا ہے کیونکہ یہ رکھتا ہے

(a) یکساں حرارتی پھیلاؤ (b) ... رنگ ... ہوتا ہے
(c) ... (d) یہ تمام خصوصیات

(iv) ... کون سا ... سیال کے طور پر ... ہے؟

(a) کاپر (b) برف
(c) پانی (d) مرکری

(v) درج ذیل میں سے کس میٹیریل کے طولی پھیلاؤ کے کوایفیشنٹ کی قیمت زیادہ ہوتی ہے؟

(a) ... (b) ... (c) ... (d) سٹیل

(vi) ایک ٹھوس شے کے طولی پھیلاؤ کے کوایفیشنٹ کی قیمت $2 \times 10^{-5} K^{-1}$ ہے۔ اس کے والیوم کے پھیلاؤ کے کوایفیشنٹ کی قیمت ہوگی

(a) $2 \times 10^{-5} K^{-1}$
(b) $6 \times 10^{-5} K^{-1}$
(c) $6 \times 10^{-15} K^{-1}$
(d) $8 \times 10^{-5} K^{-1}$

(vii) ... میں ... کس ... پر ... انحصار ہوتا ہے؟

(a) ٹمپریچر (b) ... کی سطح کا ایریا
(c) ... (d) یہ تمام عوامل

8.2 حرارت ہمیشہ گرم جسم سے ٹھنڈے جسم کی طرف بہتی ہے۔ کیوں؟

8.3 حرارت اور ٹمپریچر کی اصطلاحات کی تعریف کریں۔

8.4 کسی جسم کی انٹرنل انرجی سے کیا مراد ہے؟

8.5 کسی جسم کے ... کی ... پر ... K ... ہے؟

8.6 تھرمومیٹر ... ہوتا ہے؟ مرکری کو تھرمومیٹرک میٹیریل کے طور پر کیوں ترجیح دی جاتی ہے؟

8.7 والیوم میں حرارتی پھیلاؤ کی وضاحت کریں۔

8.8 حرارتِ مخصوصہ کی تعریف کیجیے۔ ایک ٹھوس جسم کی حرارتِ مخصوصہ کیسے معلوم کی جاتی ہے؟

8.9 پگھلاؤ کی مخفی حرارت کی تعریف کیجیے۔

ویپرائزیشن کی مخفی حرارت کی تعریف کیجیے۔

ایویپوریشن سے کیا مراد ہے؟ کن باتوں پر ایویپوریشن کا انحصار ہوتا ہے؟ وضاحت کیجیے۔ ایویپوریشن سے ٹھنڈک کیسے پیدا ہوتی ہے؟

8.1 ایک جگہ میں موجود پانی کا ٹمپریچر 50 °C ہے۔ فارن ہائیٹ سکیل میں ٹمپریچر کتنا ہوگا؟ (122 °F)

8.2 انسانی جسم کا نارمل ٹمپریچر 98.6 °F ہے۔ اسے سیلسیس اور کیلون سکیل میں تبدیل کیجیے۔

(37 °C, 310 K)

8.3 2 میٹر لمبی ایک ایلومینیم کی سلاخ کو 0 °C سے 20 °C تک گرم کیا گیا ہے۔ سلاخ کی لمبائی میں اضافہ معلوم کریں۔ جبکہ ایلومینیم کے طولی حرارتی پھیلاؤ کے کوایفیشنٹ کی قیمت $2.5\times10^{-5}\ K^{-1}$ ہے۔

(0.1 cm)

8.4 ایک غبارے میں 15 °C پر $1.2\ m^3$ ہوا موجود ہے۔ اس کا حجم 40 °C پر معلوم کیجیے جبکہ ہوا کے والیوم میں حرارتی پھیلاؤ کے کوایفیشنٹ کی قیمت $3.67\times10^{-3}\ m^3$ ہے۔ $(1.3\ m^3)$

8.5 0.5 کلوگرام پانی کا ٹمپریچر 10 °C سے 65 °C تک بڑھانے کے لیے حرارت کی کتنی مقدار درکار ہوگی؟

(115500 J)

8.6 ایک الیکٹرک ہیٹر $1000\ Js^{-1}$ کی شرح سے حرارت مہیا کرتا ہے۔ 200 گرام پانی کا ٹمپریچر 20 °C سے 90 °C تک بڑھانے کے لیے کتنا وقت درکار ہوگا؟

(58.8 s)

50000 جول حرارت مہیا کرنے سے کتنی برف پگھلے گی؟ جبکہ برف کے پگھلاؤ کی مخفی حرارت $336000\ Jkg^{-1}$ ہے۔ (150 g)

−10 °C ٹمپریچر پر 100g برف کو پگھلا کر 10 °C ٹمپریچر کے پانی میں تبدیل کرنے کے لیے حرارت کی مقدار معلوم کیجیے۔ جبکہ برف کی حرارتِ مخصوصہ $2100\ Jkg^{-1}K^{-1}$، پانی کی حرارتِ مخصوصہ $4200\ Jkg^{-1}K^{-1}$ ہے اور برف کے پگھلاؤ کی مخفی حرارت $336000\ Jkg^{-1}$ ہے۔

(39900 J)

100 گرام پانی کو 100 °C ٹمپریچر پر بھاپ میں تبدیل کرنے کے لیے کتنی حرارت درکار ہوگی؟ جبکہ پانی کی ویپرائزیشن کی مخفی حرارت $2.26\times10^{6}\ Jkg^{-1}$ ہے۔

$(2.26\times10^{5}\ J)$

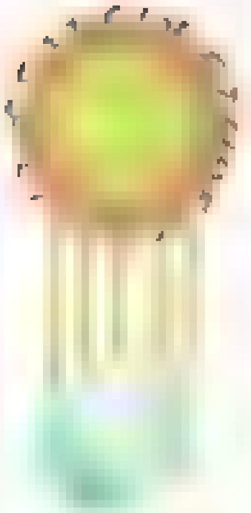
10 °C ٹمپریچر پر موجود 500 g پانی میں 100 °C کی 5 g بھاپ گزارنے کے بعد پانی کا ٹمپریچر معلوم کیجیے جبکہ پانی کی حرارتِ مخصوصہ $4200\ Jkg^{-1}K^{-1}$ اور پانی کی ویپرائزیشن کی مخفی حرارت $2.26\times10^{6}\ Jkg^{-1}$ ہے۔

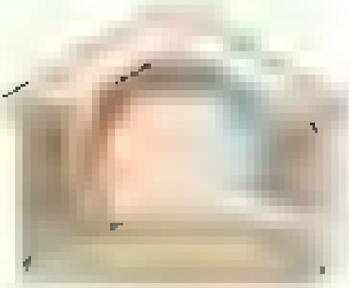
(16.2 °C)

# یونٹ 9

# انتقالِ حرارت

## Transfer of Heat





اس یونٹ کے مطالعہ کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ:

- واضح کرسکیں کہ تھرمل انرجی زیادہ ٹمپریچر والی جگہ سے کم ٹمپریچر والی جگہ کی طرف منتقل ہوتی ہے۔
- مالیکیولز اور فری الیکٹرانز کی بنیاد پر بیان کرسکیں کہ ٹھوس اجسام میں انتقالِ حرارت کیسے عمل میں آتی ہے۔
- ٹھوس کنڈکٹرز میں انتقالِ حرارت پر اثر انداز ہونے والے عوامل بیان کرسکیں اور اس طرح تھرمل کنڈکٹیویٹی کی تعریف کرسکیں۔
- ٹھوس کنڈکٹرز کے تھرمل کنڈکٹیویٹی پر مبنی مشقی سوالات حل کرسکیں۔
- حرارت کے اچھے اور ناقص کنڈکٹرز کی مثالیں تجویز کرسکیں اور ان کا استعمال بیان کرسکیں۔
- مائعات اور گیسز میں کثافت کے فرق کے باعث کنویکشن کرنٹس (convection currents) کی وضاحت کرسکیں۔
- روزمرہ زندگی میں کنویکشن کے ذریعے انتقالِ حرارت کی چند مثالیں بیان کرسکیں۔
- وضاحت کرسکیں کہ انسولیشن کنڈکشن کے ذریعے ضائع ہونے والی انرجی کو کم کرتی ہے۔
- تمام اجسام سے ریڈی ایشن خارج ہونے کا عمل بیان کرسکیں۔
- وضاحت کرسکیں کہ ریڈی ایشن کے ذریعے کسی جسم کی انرجی کے اخراج کے لیے

اس یونٹ کی بنیاد ہے
انتقالِ حرارت — سائنس VII
یہ یونٹ رہنمائی کرتا ہے
تھرموڈائنامکس — فزکس X

انتقالِ حرارت کے تین طریقے

کنڈکشن

کنویکشن

ریڈی ایشن

انتقالِ حرارت کا روزمرہ اطلاق

استعمالات

کسی سطح سے ریڈی ایشن کی صورت میں ہونے والے انرجی کے اخراج کی شرح کا انحصار ہے

- سطح کا رنگ اور ساخت
- سطح کا ٹمپریچر
- سطح کا ایریا

- کچن (ہوٹل کے پتیلے) سے چند مثالیں کی مدد سے ان ٹھنڈی فلاسک میں ... ویکیوم ... ہیٹنگ کا عمل بیان کریں۔
- واضح کریں کہ پانی حرارت کا کم موصل ہے
- دیے گئے لیسلی کیوب (Leslie cube) کی مدد سے ٹمپریچر کی ... سطحوں سے ریڈی ایشن خارج کرنے کی صلاحیت پر تحقیق کریں۔
- دی گئی سطحوں کی مدد سے ... ریڈی ایشن جذب کرنے کی صلاحیت پر تحقیق کریں۔

- سولر پینل سے بجلی، ریفریجریٹر، کولنگ، ریڈی ایٹر، کیویٹی وال انسولیشن (cavity wall insulation) ... اور گرم پانی کے سسٹم انتقالِ حرارت کے عمل کے نتیجے ... بیان کریں۔
- سمندری حیات کی پرورش کے لیے سمندری پانی میں کنویکشن کے عمل کی وضاحت کریں
- ... (ہوا کو معتدل رکھنے میں ...) ... کردار بیان کریں۔
- سپیس ہیٹنگ (space heating) میں کنویکشن کا کردار بیان کریں۔
- کنڈکشن، کنویکشن اور ریڈی ایشن کے ذریعے انتقالِ حرارت کے اطلاق اور ان کے نتائج کی روزمرہ زندگی میں نشاندہی اور وضاحت کریں۔

- وضاحت کریں کہ پرندے کیسے یہ صلاحیت حاصل کرتے ہیں کہ گھنٹوں اپنے پروں کو پھڑپھڑائے بغیر محو پرواز رہ سکیں اور گلائیڈر کیونکر ان تھرمل کرنٹس (thermal currents) پر جو کہ آسمان میں بلند ہوتی ہوئی گرم ہوائی لہریں ہیں سوار ہو کر بلند ہونے کے قابل ہوتا ہے۔
- ہیٹ ریڈی ایشن کے تیجوں گرین ہاؤس ایفیکٹ میں اور گلوبل وارمنگ میں اثرات کی وضاحت کریں۔

حرارت انرجی کی ایک اہم شکل ہے۔ یہ ہماری زندگی کے لیے ضروری ہے۔ ہمیں کھانا پکانے کے لیے اور اپنے جسم کا ٹمپریچر برقرار رکھنے کے لیے اس کی ضرورت ہوتی ہے۔ صنعت و حرفت میں بھی حرارت کی ضرورت ہوتی ہے۔ ہمارے لیے یہ جاننا بھی ضروری ہے کہ حرارت ایک جگہ سے دوسری جگہ کیسے پہنچتی ہے۔ تاکہ ہم خود کو بھی سردی سے محفوظ رکھ سکیں۔ اس یونٹ میں ہم انتقالِ حرارت کے مختلف طریقوں کے متعلق پڑھیں گے۔

## 9.1

شکل 9.1 انتقالِ حرارت کے تین طریقے

یاد کیجیے کہ جب مختلف ٹمپریچر کے دو اجسام کو ایک دوسرے کے ساتھ ملایا جاتا ہے تو کیا ہوتا ہے۔ گرم جسم کی تھرمل انرجی حرارت کی صورت میں سرد جسم کی جانب بہتی ہے۔ سے انتقالِ حرارت کہتے ہیں۔ انتقالِ حرارت ایک قدرتی عمل ہے۔ یہ عمل ہر

وقت بلند ٹمپریچر والے جسم سے کم ٹمپریچر والے جسم کی طرف جاری رہتا ہے۔

انتقالِ حرارت کے تین طریقے ہیں جو مندرجہ ذیل ہیں۔

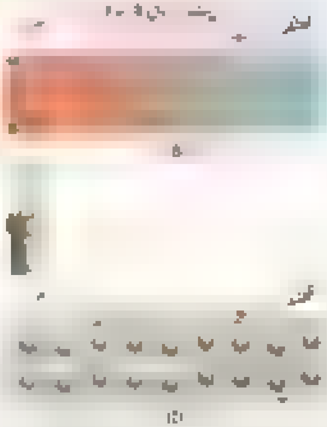
- کنڈکشن
- کنویکشن
- ریڈی ایشن

[illegible]

## 9.1 کنڈکشن (Conduction)

دھات کا چمچہ گرم پانی میں رکھنے سے اس کا بیرونی سرا بھی گرم ہو جاتا ہے۔ لیکن لکڑی کے چمچ کی صورت میں بیرونی سرا گرم نہیں ہوتا۔ انتقالِ حرارت کے لحاظ سے ان دونوں میں ایک واضح فرق ہوتا ہے۔ تمام میٹلز اور نان میٹلز حرارت کا بہاؤ (conduct heat) کرتی ہیں۔ نان میٹلز، میٹلز کی نسبت حرارت کی کم کنڈکٹر ہوتی ہیں۔

سالڈز میں ایٹمز اور مالیکیولز ایک دوسرے کے بہت قریب ہوتے ہیں۔ جیسا کہ شکل (9.2a) میں دکھایا گیا ہے۔ یہ اپنی مقررہ پوزیشنز پر رہتے ہوئے مسلسل وائبریٹ کرتے رہتے ہیں۔ جب کسی سالڈ کو ایک سرے سے گرم کیا جاتا ہے تو گرم سرے کے ایٹمز اور مالیکیولز زیادہ تیزی کے ساتھ وائبریٹ کرنا شروع کر دیتے ہیں اور اپنے ساتھ والے ایٹمز یا مالیکیولز کے ساتھ پہلے سے زیادہ شدت سے ٹکراتے ہیں۔ ایسا کرتے ہوئے وہ اپنی انرجی کا کچھ حصہ ساتھ والے ایٹمز یا مالیکیولز کو منتقل کر دیتے ہیں جس سے ان کی وائبریشن بھی بڑھ جاتی ہے۔ یہ ایٹمز یا مالیکیولز حاصل کی گئی انرجی کا کچھ حصہ مزید آگے اپنے پڑوسی ایٹمز یا مالیکیولز کو منتقل کرتے چلے جاتے ہیں۔ اس طرح حرارت سالڈ جسم کے دوسرے حصوں تک منتقل ہو جاتی ہے۔ یہ بہت سست عمل ہے اور حرارت کی بہت تھوڑی مقدار سالڈ جسم کے گرم حصوں سے سرد حصوں کی طرف منتقل ہوتی ہے۔ پھر میٹلز میں نان میٹلز کی نسبت حرارت اتنی تیزی سے کس طرح گرم حصوں سے سرد حصوں کو منتقل ہوتی ہے؟ میٹلز میں فری الیکٹرونز ہوتے ہیں جیسا کہ شکل (9.3) میں دکھایا گیا ہے۔ جبکہ نان میٹلز میں فری الیکٹرونز نہیں ہوتے۔ یہ آزاد الیکٹرونز میٹلز میں ہر وقت تیز رفتاری سے حرکت کر رہے



شکل 9.2: سالڈ اشیا میں انتقالِ حرارت ان کے ایٹمز یا مالیکیولز کے ٹکرانے کے عمل سے ہوتی ہے۔

شکل 9.3: میٹلز میں حرارت کی کنڈکشن

ہیں اور تیز رفتاری سے ... [illegible] ... حصوں سے ... حصے

منتقل کرتے ہیں ... [illegible] ... حرارت ... [illegible]

حاصل ہوتی ہے۔

[illegible]

[illegible] ... (insulator) ... [illegible]

[illegible]

styrofoam ... [illegible]

## تھرمل کنڈکٹیویٹی (Thermal Conductivity)

حرارت کی ... [illegible] ... مختلف ... [illegible]

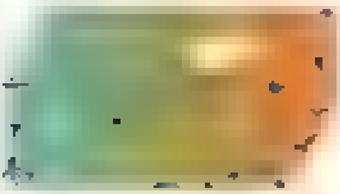
حرارت ... [illegible] ... مثلاً لکڑی ... [illegible]

... [illegible] ... شکل (9.4) میں ... [illegible]

... [illegible] ... $A$ ہے ... [illegible] ... $T_1$ ... [illegible]

... [illegible] ... $T_2$ ... [illegible]

... [illegible] ... حرارت کی مقدار $Q$ ہے۔



شکل 9.4 ... [illegible]

[illegible]

$$\frac{Q}{t} = \text{حرارت کے بہاؤ کی شرح} \qquad (9.1)$$

... [illegible] ... حرارت ... [illegible]

عوامل پر ہوتا ہے۔ مثلاً

### ٹھوس شے کا کراس سیکشنل ایریا (Cross sectional Area of a Solid)

چونکہ کسی ... کراس سیکشنل ایریا $A$ ... [illegible]

... [illegible] ... حرارت ... [illegible]

شرح بھی زیادہ ہوتی ہے۔

$$\frac{Q}{t} \propto A \quad \text{حرارت کے بہاؤ کی شرح}$$

## ٹھوس کی لمبائی (Length of the Solid)

گرم اور ٹھنڈے حصوں کے درمیان ٹھوس جسم کی لمبائی جتنی زیادہ ہوگی حرارت کو گرم سے ٹھنڈے حصے تک پہنچنے میں اتنا ہی زیادہ وقت لگے گا اور حرارت کے بہاؤ کی شرح اسی قدر کم ہوگی۔ یعنی

$$\frac{Q}{t} \propto \frac{1}{L} \quad \text{حرارت کے بہاؤ کی شرح}$$

## سروں کے درمیان ٹمپریچر کا فرق (Temperature Difference between Ends)

ٹھوس جسم کے گرم اور ٹھنڈے حصوں کے درمیان ٹمپریچر کا فرق $(T_1 - T_2)$ جتنا زیادہ ہوگا حرارت کے بہاؤ کی شرح بھی اتنی ہی زیادہ ہوگی

$$\frac{Q}{t} \propto (T_1 - T_2) \quad \text{حرارت کے بہاؤ کی شرح}$$

مندرجہ بالا عوامل کو اکٹھا کرنے سے

$$\frac{Q}{t} \propto \frac{A(T_1 - T_2)}{L} \quad \text{حرارت کے بہاؤ کی شرح}$$

یا

$$\frac{Q}{t} = \frac{kA(T_1 - T_2)}{L} \quad \ldots \quad (9.2)$$

یہاں k ایک مستقل ہے جسے ٹھوس میٹیریل کی تھرمل کنڈکٹیویٹی کہا جاتا ہے۔ اس کی قیمت دیے گئے میٹیریل کی ماہیت پر منحصر ہے جو مختلف میٹیریلز کے لیے مختلف ہوتی ہے۔ مساوات (9.2) کی رو سے

$$k = \frac{Q}{t} \times \frac{L}{A(T_1 - T_2)} \quad (9.3)$$

جس کی مدد سے تھرمل کنڈکٹیویٹی کی تعریف یوں کی جا سکتی ہے۔

[illegible]

چند اشیا کی تھرمل کنڈکٹیویٹی ٹیبل میں دی گئی ہیں۔

**چند اشیا کی تھرمل کنڈکٹیویٹی**

| شے | $Wm^{-1}K^{-1}$ |
|---|---|
| ہوا (خشک) | 0.026 |
| ایلومینیم | 245 |
| پیتل | 105 |
| اینٹ | 0.6 |
| تانبا | 400 |
| شیشہ | 0.8 |
| برف | 1.7 |
| لوہا | 85 |
| سیسہ | 35 |
| پولی سٹائرین | 0.03 |
| ربڑ | 0.2 |
| چاندی | 430 |
| پانی | 0.59 |
| لکڑی | 0.08 |

## کنڈکٹرز اور نان کنڈکٹرز کا استعمال

## ([illegible] and Non conductors)

[illegible]

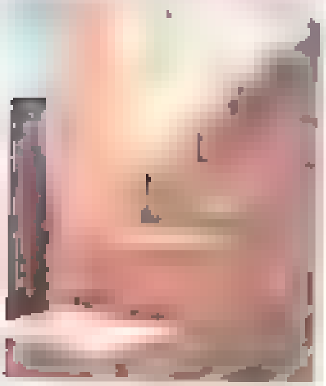
- [illegible]
- [illegible] (wall cavities, [illegible]
- [illegible]
- [illegible]

[illegible]

[illegible] (oven) [illegible]

[illegible]

[illegible] Sauce pan [illegible]



شکل 9.5 [illegible]

تیار کرنے کے لیے اونی کپڑا استعمال کیا جاتا ہے۔

**مثال 9.1**

25 سینٹی میٹر موٹی اینٹوں کی بنی دیوار کا رقبہ $20\ m^2$ ہے۔ گھر کا اندرونی ٹمپریچر $15°C$ اور بیرونی ٹمپریچر $35°C$ ہے۔ دیوار سے گزرنے والی حرارت کے بہاؤ کی شرح معلوم کیجیے جبکہ اینٹوں کے لیے k کی قیمت $0.6\ Wm^{-1}K^{-1}$ ہے۔

**حل**

پرندوں کے پروں میں قید ہوا حرارت کے انسولیٹر کا کام دیتی ہے۔

یہاں

$$A = 20\ m^2$$

$$L = 25\ cm = 0.25\ m$$

$$T_1 = 35 + 273 = 308\ K$$

$$T_2 = 15 + 273 = 288\ K$$

$$\Delta T = T_1 - T_2 = 308\ K - 288\ K = 20\ K$$

$$k = 0.6\ Wm^{-1}K^{-1}$$

مساوات (9.2) استعمال کرتے ہوئے دیوار سے حرارت کی منتقلی کی شرح ہے

$$Q = \frac{k A (T_1 - T_2)}{L}$$

$$= \frac{0.6\ Wm^{-1}K^{-1} \times 20\ m^2 \times 20\ K}{0.25\ m}$$

$$Q = 960\ watt\ \text{یا}\ 960\ Js^{-1}$$

یعنی دیوار میں سے حرارت کے بہاؤ کی شرح $960\ Js^{-1}$ ہے۔

## 9.3 کنویکشن

مائعات اور گیسیں حرارت کے ناقص کنڈکٹر ہوتے ہیں۔ تاہم حرارت سیال (fluid) اشیا (مائعات یا گیسیں) میں ایک اور طریقے سے منتقل ہوتی ہے جسے کنویکشن کہتے ہیں۔

شکل 9.8: گرم ہوا کے غبارے اوپر کی طرف اٹھتے ہیں جب ہوا گرم ہو کر ہلکی ہو جاتی ہے

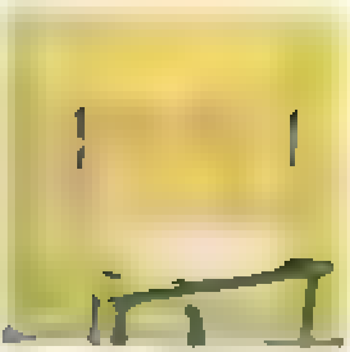
گرم ہوا کے غبارے اوپر کی طرف کیوں اٹھتے ہیں؟ جب کسی مائع یا گیس کو گرم کیا جاتا ہے تو یہ پھیلتے ہیں اور ہلکے ہو جاتے ہیں جیسا کہ شکل (9.6) میں

دیکھا گیا ہے۔ یہ گرم کیے گئے اجزاء اوپر اٹھتے ہیں [illegible]
اس خالی کی گئی جگہ کو پُر کرتے ہیں۔ اور یہ بھی [illegible]
تمام سیال گرم ہو جاتا ہے۔ کسی سیال میں انتقالِ حرارت [illegible]
سے سرد حصوں کی جانب حقیقی حرکت [illegible]

انتقالِ حرارت کا وہ طریقہ [illegible]
[illegible]

## تجربہ 9.1

[illegible]
[illegible]
[illegible] (streaks) [illegible]
[illegible] شکل 9.7 [illegible]
[illegible] (currents) [illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]



شکل 9.7 [illegible]

[illegible] A [illegible]

[illegible]
[illegible]
شکل (9.8) میں [illegible]
وضاحت کر سکتے ہیں؟

[illegible] convection currents [illegible]

شکل 9.8 [illegible]

[illegible]
[illegible]
[illegible]

[illegible] ہیں۔ ماحولیاتی سسٹم میں رونما ہونے والی بہت سی تبدیلیاں [illegible] علاقوں میں چلنے والی [illegible] کا نتیجہ ہوتی ہیں۔ نسیم بری و نسیم بحری [illegible] کی مثالیں ہیں۔

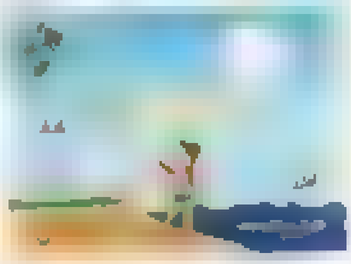
## نسیمِ بری اور نسیمِ بحری (Land and Sea Breezes)

[illegible] دن کے وقت [illegible] چلتی ہے [illegible] رات کے وقت کیوں چلتی ہے؟

نسیمِ بری اور نسیمِ بحری کنوکشن کا نتیجہ ہیں۔ دن کے وقت زمین کا ٹمپریچر سمندر کی نسبت زیادہ تیزی سے بڑھتا ہے۔ [illegible] زمین کی حرارت [illegible] سے بہت تیزی سے [illegible] اوپر اٹھتی ہے [illegible] شکل (9.9) میں [illegible] ہیں۔

رات کے وقت زمین [illegible] سمندر کی [illegible] اٹھتی ہے۔ [illegible] خشکی سے [illegible] سمندر کی طرف چلتی ہے جیسا کہ شکل (9.10) میں [illegible] ہیں۔

نسیمِ بری اور نسیمِ بحری ساحلی علاقوں میں [illegible] معتدل [illegible] ہیں۔



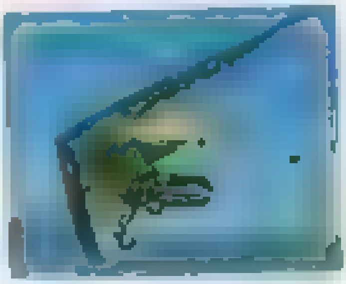
شکل 9.9 نسیم بحری دن کے اوقات میں سمندر سے خشکی کی طرف چلتی ہے۔

شکل 9.10 نسیم بری رات کے اوقات میں خشکی سے سمندر کی طرف چلتی ہے۔

## گلائیڈنگ (Gliding)

گلائیڈر [illegible] کا سبب کیا ہے؟

ایک گلائیڈر جیسا کہ شکل (9.11) میں دکھایا گیا ہے [illegible] کے [illegible] گلائیڈر کے پائلٹ کنوکشن کی وجہ سے [illegible] کا استعمال کرتے ہیں۔ گرم ہوا کے [illegible] کرنٹ (thermals) کہلاتے ہیں۔ گلائیڈر ان کرنٹ [illegible] بلندی کی طرف [illegible] لمبے عرصے تک ہوا میں ٹھہرنے میں مدد دیتے ہیں۔



شکل 9.11 گلائیڈر

[illegible] ؟

[illegible]

[illegible] (free lift) [illegible]

[illegible]

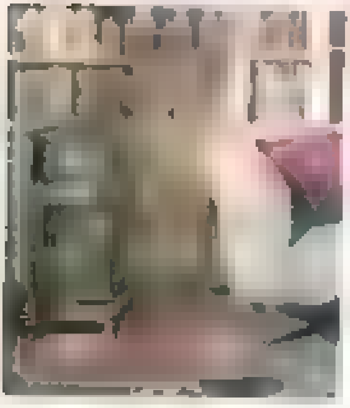
شکل 9.12: [illegible]

شکل 9.13: [illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] (9.14) [illegible]



شکل 9.14: [illegible]

پہنچنے سے روک لیتا ہے۔

تمام اجسام ریڈی ایشن کے ذریعے حرارت خارج کرتے ہیں۔ ریڈی ایشن کی صورت میں حرارت خارج ہونے کی شرح کا انحصار مختلف عوامل پر ہوتا ہے جیسا کہ

- سطح کا رنگ اور ساخت
- سطح کا ٹمپریچر
- سطح کا ایریا

گرم چائے کا کپ کچھ دیر بعد ٹھنڈا کیوں ہو جاتا ہے؟ ٹھنڈے (chilled) پانی کا گلاس کچھ دیر بعد گرم کیوں ہو جاتا ہے؟

ایک کمرے میں پڑے ہوئے تمام اجسام بشمول دیواریں، چھت اور کمرے کا فرش حرارت خارج کر رہے ہوتے ہیں۔ تاہم وہ ساتھ ساتھ حرارت جذب بھی کر رہے ہوتے ہیں۔ جب کسی جسم کا ٹمپریچر اس کے اردگرد کی اشیا سے زیادہ ہوتا ہے تب یہ حرارت جذب کرنے کی بہ نسبت زیادہ حرارت خارج کر رہا ہوتا ہے۔ یہاں تک کہ کچھ دیر بعد اس کا ٹمپریچر کم ہوتے ہوتے اردگرد کی اشیا کے ٹمپریچر کے برابر ہو جاتا ہے۔ اس حالت میں جسم حرارت کی جتنی مقدار جذب کر رہا ہوتا ہے اتنی ہی مقدار خارج بھی کر رہا ہوتا ہے۔ جب کسی جسم کا ٹمپریچر اردگرد کی اشیا سے کم ہوتا ہے تو یہ حرارت جذب کرنے کی بہ نسبت حرارت کی کم مقدار خارج کر رہا ہوتا ہے۔ یہاں تک کہ اس کا ٹمپریچر بڑھتے بڑھتے ماحول کے ٹمپریچر کے مساوی ہو جاتا ہے۔ جس شرح سے مختلف سطحیں حرارت خارج کرتی ہیں، اس کا انحصار سطح کی نوعیت پر ہوتا ہے۔ لیزلی کیوب (Lasile cube) استعمال کرتے ہوئے مختلف سطحوں کا موازنہ کیا جا سکتا ہے۔

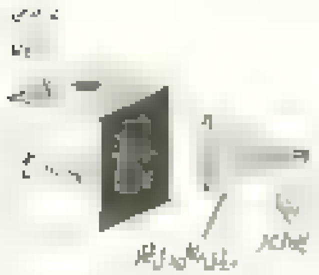
## ریڈی ایشن کا اخراج اور انجذاب
## Emission and Absorption of Radiation

لیزلی کیوب مختلف نوعیت کی دیواروں والا ایک میٹل بکس ہوتا ہے جیسا کہ شکل (9.15) میں دکھایا گیا ہے۔

لیسلی کیوب کی چار سطحیں اس طرح سے ہوتی ہیں

- ایک چمکدار نقرئی (silvered) سطح
- ایک بے رونق کالی سطح
- ایک سفید سطح
- ایک رنگین سطح

لیسلی کیوب میں گرم پانی بھر کر اس طرح رکھا جاتا ہے کہ اس کی ہر ایک سطح ریڈی ایشن ڈی ٹیکٹر (detector) کے سامنے ہو۔ یہ دیکھا گیا ہے کہ بے رونق کالی سطح سب سے زیادہ تیزی سے حرارت خارج کرتی ہے۔



شکل 9.15: لیسلی کیوب سے نکلنے والی اخراج کی ریڈی ایشن

جس طرح سے مختلف سطحیں حرارت جذب کرتی ہیں اس کا انحصار سطح کی نوعیت پر ہوتا ہے۔ جیسے ایک بے رونق کالی سطح اور دوسری نقرئی چمکدار سطح کا موازنہ کرتے ہیں۔ شکل (9.16) میں ایک موم بتی دونوں سطحوں کے درمیان رکھی گئی ہے۔ یہ دیکھا گیا ہے کہ

ایک بے رونق سیاہ سطح زیادہ تیزی سے حرارت جذب کرتی ہے جس سے اس کا ٹمپریچر تیزی سے بڑھتا ہے۔ جبکہ ایک چمکدار سطح آہستگی سے حرارت جذب کرتی ہے کیونکہ اس کا ٹمپریچر بہت آہستگی سے بڑھتا ہے۔ اس سے اخذ کردہ مشاہدات کو نیچے دیے گئے جدول میں دیا گیا ہے۔

شکل 9.16: سطحوں کا حرارت جذب کرنے کا موازنہ

| منعکس کنندہ | جذب کنندہ | اخراج کنندہ | سطح |
|---|---|---|---|
| انتہائی خراب | بہت اچھی | بہت اچھا | بے رونق سیاہ سطح |
| ناقص | اچھی | اچھی | چمکدار سطح |
| اچھی | ناقص | ناقص | سفید سطح |
| بہت اچھی | بہت ہی خراب | بہت ہی خراب | چمکدار نقرئی سطح |

یہ بھی دیکھنے میں آیا ہے کہ ریڈی ایشن سے انتقال حرارت اخراج کنندہ (emitter) یا جذب کنندہ (absorber) جسم کی سطح کے رقبے پر بھی منحصر ہوتا ہے۔ جتنا زیادہ کسی جسم کی سطح کا ایریا ہوگا اتنی ہی زیادہ انتقال حرارت ہوگا۔ یہی وجہ ہے کہ ریڈی ایٹر میں اس کا سطحی ایریا بڑھانے کے لیے کافی پن لگے ہوتے ہیں

گرم ہوا کے لیے درزیں (slots) ڈالی جاتی ہیں۔

## گرین ہاؤس ایفیکٹ Green House Effect

ایک گرین ہاؤس میں ٹمپریچر کس طرح سے برقرار رکھا جاتا ہے؟

سورج سے آنے والی روشنی جو کہ لمبی ویولینگتھ (wave length) والی انفراریڈ (infrared) ویوز اور قلیل ریڈی ایشنز کے ساتھ ساتھ مرئی روشنی اور مختصر ویولینگتھ والی الٹرا وائلٹ (ultraviolet) ریڈی ایشنز پر مشتمل ہوتی ہے۔ گلاس اور پولی تھین (polythene) کی شفاف شیٹس مختصر ویولینگتھ کی ریڈی ایشنز کو آسانی سے گزرنے دیتی ہیں۔ لیکن یہ لمبی ویولینگتھ والی ریڈی ایشنز کو گزرنے نہیں دیتیں۔ اس طرح گرین ہاؤس ایک حرارتی جال (heat trap) بن جاتا ہے۔

شکل 9.17 گرین ہاؤس

گرین ہاؤس میں موجود اشیاء گرم ہو جاتی ہیں۔ یہ اشیاء دوبارہ جیسے کہ شکل (9.17) میں دکھایا گیا ہے لمبی ویولینگتھ کی ریڈی ایشنز خارج کرتے ہیں۔ گلاس اور شفاف پولی تھین کی شیٹس انہیں آسانی سے گزرنے نہیں دیتیں بلکہ واپس کر دیں

ہواؤں کو ریفلیکٹ کر دیتی ہیں۔ اس طرح گرین ہاؤس کا اندرونی حصہ گرم رہتا ہے۔ گرین ہاؤس ایفیکٹ چھوٹے پودوں کی بڑھوتری کے لیے خاص مفید ہے۔

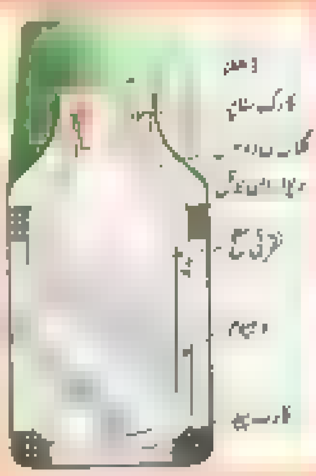
زمین کے ایٹماسفیئر میں کاربن ڈائی آکسائیڈ اور آبی بخارات شامل ہوتے ہیں۔ کاربن ڈائی آکسائیڈ اور پانی کے بخارات بھی گرین ہاؤس کی طرح

شکل 9.18 گلوبل وارمنگ اور گرین ہاؤس ایفیکٹ

زمین کی سطح کے قریب گرین ہاؤس ایفیکٹ پیدا کرتے ہیں جیسا کہ شکل (9.18) میں دکھایا گیا ہے اور زمین کا ٹمپریچر برقرار رکھتے ہیں۔ حالیہ سالوں کے دوران میں ایٹماسفیئر میں کاربن ڈائی آکسائیڈ کی مقدار میں خطرناک حد تک اضافہ ہوا ہے۔ گرین ہاؤس ایفیکٹ کے باعث زیادہ حرارت روکے جانے سے زمین کے ٹمپریچر میں اضافہ کا سبب بنتا ہے۔ یہ گلوبل وارمنگ کے طور پر جانا جاتا ہے جس سے زمین کی آب و ہوا پر خطرناک نتائج ہوتے ہیں۔

## 9.5 حرارت کے اخراج کرنے والے اور ریفلیکٹ کرنے والے
## Emitters and Reflectors

مختلف جسم اپنے اوپر پڑنے والی حرارتی ریڈی ایشن کا کچھ حصہ جذب کر لیتے ہیں اور باقی ماندہ حصہ ریفلیکٹ کر دیتے ہیں۔ کسی جسم کی جذب ہونے والی حرارت کی مقدار کا انحصار سطح کے رنگ اور ماہیت پر ہوتا ہے۔ یہ معلوم کرنے کے لیے کہ



[illegible]

سفید یا پالش کی ہوئی سطح کے مقابلے میں زیادہ حرارت جذب کرتی ہے۔ چونکہ حرارت کے اچھے جاذب (absorber) اچھے اخراج کنندہ (emitter) بھی ہوتے ہیں۔ لہٰذا ایک سیاہ رنگ کا جسم دھوپ میں اس تک پہنچنے والی حرارت کو جلد جذب کر کے گرم ہو جاتا ہے اور اپنی سطح سے حرارت خارج کر کے تیزی سے ٹھنڈا بھی ہو جاتا ہے۔ کھانا پکانے والے برتنوں کے پیندے سیاہ کیے جاتے ہیں۔ اس طرح ان میں حرارت جذب ہونے کی مقدار زیادہ ہو جاتی ہے۔

روشنی کی طرح حرارت کی ریڈی ایشنز بھی ریفلیکشن کے قوانین کی پیروی کرتی ہیں۔ کسی جسم سے ریفلیکٹ ہونے والی حرارت کی مقدار کا انحصار اس کی رنگت اور نوعیت پر ہوتا ہے۔ سفید چمکیلی رنگت یا سیاہ سطحوں سے زیادہ ریڈی ایشنز ریفلیکٹ کرتی ہیں۔ اسی طرح پالش کی ہوئی چمکیلی سطحیں کھردری سطحوں کے ریڈی ایشنز کا زیادہ بہتر ریفلیکٹ کرتی ہیں۔ یہی وجہ ہے کہ ہم موسم گرما میں سفید یا ہلکے رنگ کے کپڑے پہنتے ہیں جو گرم دن کے وقت ہم تک پہنچنے والی حرارت کی ریڈی ایشنز کا زیادہ حصہ ریفلیکٹ کر دیتے ہیں۔ ہم کھانا پکانے والے برتنوں اور کھانا گرم رکھنے والے برتنوں کی بیرونی سطح کو پالش کر دیتے ہیں تاکہ وہ زیادہ سے زیادہ حرارت کی ریڈی ایشنز ریفلیکٹ ہو سکیں۔

- حرارت زیادہ ٹمپریچر والے جسم سے کم ٹمپریچر والے جسم کی طرف بہتی ہے۔
- انتقالِ حرارت کے تین طریقے ہیں۔ کنڈکشن، کنویکشن اور ریڈی ایشن۔
- ٹھوس اجسام میں کسی جسم کے گرم حصے سے ٹھنڈے حصے کی طرف ایٹمز کی وائبریشن اور فری الیکٹرونز کی موشن سے انتقالِ حرارت کے طریقہ کو کنڈکشن کہا جاتا ہے۔
- اکائی وقت میں گزرنے والی حرارت کی مقدار، حرارت کے بہاؤ کی شرح کہلاتی ہے۔
- ٹھوس اجسام میں سے گزرنے والی حرارت کی شرح کا انحصار جسم کے کراس سیکشنل ایریا، گرم اور ٹھنڈے حصوں کے درمیان فاصلہ، ٹمپریچر کے فرق اور میٹیریل کی نوعیت پر ہوتا ہے۔
- ایک میٹر کیوب کی مخالف سطحوں جن کے درمیان ایک کیلون ٹمپریچر کا فرق رکھا گیا ہو کے درمیان حرارت کے بہاؤ کی شرح کو کیوب کے میٹیریل کی تھرمل کنڈکٹیویٹی کہا جاتا ہے۔
- اچھے کنڈکٹرز میں انتقالِ حرارت بڑی آسانی سے ہوتا ہے۔ لہٰذا فرائنگ پین، کوکنگ پاٹ، بوائلر، ریڈی ایٹرز اور

- ... وغیرہ ... سے بنائے جاتے ہیں۔
- پانی حرارت کا ناقص کنڈکٹر ہے۔
- جو میٹیریل ہوا کو اپنے اندر جذب رکھتے ہیں وہ بھی ناقص کنڈکٹر ہوتے ہیں جیسے اون، فر، سمور، روئی، پرندوں کے پر، پولی سٹائرین، فوم اور فائبر گلاس وغیرہ۔
- کسی سیال (مائع یا گیس) میں مالیکیولز کی گرم جگہ سے ٹھنڈی جگہ کی طرف حرکت کے باعث انتقالِ حرارت کو کنویکشن کہتے ہیں۔
- نسیم بری اور نسیم بحری کنویکشن کی مثالیں ہیں۔
- گلائیڈرز حرارت کی کنویکشن کے باعث اوپر کی جانب بلند ہونے والے گرم ہوا کے کرنٹس کا استعمال کرتے ہیں۔ ہوا کے کرنٹس انہیں ایک جگہ سے دوسری جگہ اڑتے رہنے میں مدد دیتے ہیں۔
- ہوا کے کرنٹس کی اوپر کی جانب حرکت کے سبب پرندے گھنٹوں اپنے پر پھڑپھڑائے بغیر پرواز کرنے کے قابل ہوتے ہیں۔
- ریڈی ایشن کی صورت میں انتقال کا مطلب کسی گرم سطح سے الیکٹرومیگنیٹک ویوز کی شکل میں انرجی کا مسلسل اخراج ہوتا ہے۔
- ریڈی ایشنز تمام اجسام سے خارج ہوتی ہیں۔
- ریڈی ایشنز خارج ہونے کی شرح کا انحصار متعدد عوامل پر ہوتا ہے جیسے سطح کا رنگ اور روغنیت، ٹمپریچر اور سطح کا رقبہ۔
- بے رونق سیاہ سطح حرارت کی اچھی کنڈکٹر ہوتی ہے۔ اس کا ٹمپریچر تیزی سے بڑھتا ہے۔
- ایک پالش شدہ سطح حرارت کی ناقص کنڈکٹر ہوتی ہے۔ جس کا ٹمپریچر آہستہ بڑھتا ہے۔
- سورج سے آنے والی ریڈی ایشنز گلاس اور پلاسٹک سے گزر جاتی ہیں اور گرین ہاؤس میں موجود اشیا جذب کر لیتی ہیں۔ ان اشیا سے خارج ہونے والی ریڈی ایشنز لمبی ویولینتھ کی ہوتی ہیں۔ گلاس اور پلاسٹک سے یہ گزر نہیں سکتیں۔ اس طرح گرین ہاؤس کا ٹمپریچر بڑھتا رہتا ہے۔
- فضا میں کاربن ڈائی آکسائیڈ ... کی موجودگی گرین ہاؤس افیکٹ کا سبب بنتی ہے۔ جس سے زمین کا ٹمپریچر بڑھ رہا ہے۔
- صاف پانی والے برتنوں کے پیندے حرارت کی ریڈی ایشن جذب کرنے کے لیے سیاہ کر دیے جاتے ہیں۔
- رنگین یا سیاہ سطحوں کے مقابلے میں سفید سطحوں سے ریڈی ایشنز کم خارج ہوتی ہیں۔ اسی طرح پالش شدہ چمکیلی سطحیں دوسری سطحوں کی نسبت زیادہ ریڈی ایشنز ریفلیکٹ کرتی ہیں۔ اسی لیے موسم گرما میں ہم سفید یا ہلکے رنگوں کے کپڑے پہنتے ہیں۔
- چائے دانوں کے برتنوں کی اندرونی سطح کو ریڈی ایشنز کو ریفلیکٹ کرنے کے لیے پالش کر دیتے ہیں۔
- تھرموس فلاسک گلاس کی دوہری دیواروں والے برتن پر مشتمل ہوتی ہے۔ جو کنڈکشن، کنویکشن اور ریڈی ایشن سے ہونے والے انتقالِ حرارت کو کم کرتی ہے۔

9.1 دیے گئے ممکنہ جوابات میں سے درست جواب کے گرد دائرہ لگائیے۔

i ٹھوس اجسام میں انتقالِ حرارت کا طریقہ ہے

(a) ریڈی ایشن (b) کنڈکشن
(c) کنویکشن (d) ایویپوریشن

ii کسی میٹل کی سلاخ کو گرم کرنے پر اس کی تھرمل کنڈکٹیویٹی

(a) دوگنا ہو جاتی ہے (b) وہی رہتی ہے
(c) کم ہو جاتی ہے (d) ایک چوتھائی ہو جاتی ہے

iii میٹل کے چمچے کے کنڈکٹر ہونے کا سبب ہے

(a) آزاد الیکٹرونز
(b) اس کے مالیکیولز کا بڑا سائز
(c) ان کے مالیکیولز کا چھوٹا سائز
(d) اس کے ایٹمز کی تیز حرکت

iv گیسوں میں زیادہ تر انتقالِ حرارت کا سبب ہے

(a) مالیکیولز کا ٹکراؤ (b) کنڈکشن
(c) کنویکشن (d) ریڈی ایشن

v کنویکشن کے ذریعے سے انتقالِ حرارت کا سبب ہے

(a) مالیکیولز کی بے ترتیب موشن
(b) مالیکیولز کی زیریں جانب موشن
(c) مالیکیولز کی بالائی جانب موشن
(d) مالیکیولز کی اوپر نیچے موشن

vi مصنوعی طریقوں سے چھت لگانے کا مقصد ہوتا ہے

(a) چھت کی اونچائی کم کرنا
(b) چھت کو صاف رکھنا
(c) کمرے کو ٹھنڈا کرنا
(d) چھت کو انسولیٹ کرنا

vii گیس ہیٹرز کے استعمال سے کمرے گرم کیے جاتے ہیں بذریعہ

(a) کنڈکشن (b) کنویکشن اور ریڈی ایشن
(c) ریڈی ایشن (d) کنویکشن

viii نسیم بری چلتی ہے

(a) رات کے وقت سمندر سے خشکی کی طرف
(b) دن کے وقت سمندر سے خشکی کی طرف
(c) رات کے وقت خشکی سے سمندر کی طرف
(d) دن کے وقت خشکی سے سمندر کی طرف

ix مندرجہ ذیل میں سے کون سی سطح حرارت کی اچھی ریڈی ایٹر ہے؟

(a) ایک چمکدار نقرئی سطح (b) ایک سیاہ دھندلی سطح
(c) ایک سفید سطح (d) ایک سبز رنگ کی سطح

9.2 میٹلز اچھی کنڈکٹر کیوں ہوتی ہیں؟

9.3 وضاحت کیجیے کیوں:

(a) کمرے سے ٹھنڈی جگہ پر پڑی میٹل کی شے نسبت لکڑی کے زیادہ ٹھنڈی محسوس ہوتی ہے؟

(b) نسیم بری خشکی سے سمندر کی جانب چلتی ہے؟

(c) گلاس کی دوہری دیوار والی بوتل تھرماس فلاسک میں استعمال ہوتی ہے؟

(d) صحرا دن کے دوران جلد گرم ہو جاتے ہیں اور غروبِ آفتاب کے بعد جلد ٹھنڈے ہو جاتے ہیں؟

9.4 گیسز میں کنڈکشن کا عمل کیوں نہیں ہوتا؟

9.5 آپ گھروں میں انرجی کے تحفظ کے لیے کون سے اقدامات تجویز کریں گے؟

9.6 سیال شیز میں انتقال حرارت کنویکشن سے کیوں عمل میں آتی ہے؟

9.7 کنویکشن کرنٹس کا کیا مطلب ہے؟

9.8 گیسز میں کنویکشن کی وضاحت کے لیے ایک آسان سی سرگرمی تجویز کیجیے جو کتاب میں مندرج نہ ہو۔

9.9 حرارت سورج سے ہم تک کیسے پہنچتی ہے؟

9.10 لیزلی کیوب کے ذریعے مختلف سطحوں کا موازنہ کیسے کیا جاسکتا ہے؟

9.11 گرین ہاؤس افیکٹ کیا ہے؟

9.12 گلوبل وارمنگ میں گرین ہاؤس افیکٹ کے اثر کی وضاحت کریں۔

## [illegible]

9.1 ایک گھر کی 20cm موٹائی کی کنکریٹ کی چھت کا رقبہ $200\ m^2$ ہے۔ گھر کا اندرونی ٹمپریچر 15°C اور بیرونی ٹمپریچر 35°C ہے۔ وہ شرح معلوم کیجیے جس سے حرارت اس چھت سے گزرتی ہے۔ جبکہ کنکریٹ کے لیے k کی قیمت $0.65\ Wm^{-1}K^{-1}$ ہے۔ $(13000\ Js^{-1})$

9.2 2.5 m x 2.0 m پیمائش کی گلاس کی کھڑکی سے ایک گھنٹہ میں کتنی حرارت ضائع ہوگی۔ جبکہ اندرونی ٹمپریچر 25°C اور بیرونی ٹمپریچر 5°C ہے۔ گلاس کی موٹائی 0.8 cm ہے۔ گلاس کے لیے k کی قیمت $0.8\ Wm^{-1}K^{-1}$ ہے۔ $(3.6 \times 10^7\ J)$

اناٹک فزکس: [illegible]
کا مطالعہ کیا جاتا ہے۔

[illegible]

[illegible]

[illegible]

ان پٹ: مشین پر کیا گیا ورک۔

[illegible]

[illegible]
کا مجموعہ۔

انرشیا: [illegible]
موشن کی حالت میں تبدیلی کے خلاف مزاحمت کرتا ہے۔

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]
[illegible]
[illegible]

ایکسٹینشن: کسی جسم کی لمبائی میں تبدیلی کی شرح۔

ایکوی لبریم: اگر کسی جسم پر کوئی نیٹ فورس عمل نہ کرے۔

[illegible] پوٹینشل انرجی: [illegible]

[illegible]
[illegible]

[illegible]

ایلاسٹیسٹی مواد: [illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] فزکس کی وہ شاخ جس میں آواز کی لہروں کے [illegible]
[illegible] کا مطالعہ کیا جاتا ہے۔

[illegible]

آؤٹ پٹ: مشین کے ذریعہ کیا گیا ورک۔

[illegible]

[illegible]

پاور: ورک کرنے کی شرح۔

[illegible]
[illegible] کے لیے استعمال کیے جاتے ہیں۔

پریشر: کسی جسم کے یونٹ ایریا پر عموداً عمل کرنے والی فورس۔

[illegible]
[illegible]
[illegible]

[illegible]

اور فوکس پر اکٹھی کی جاتی ہے۔

[illegible]: کسی جسم [illegible]

پوزیشن: کسی جسم کا ایک لمحے پر حوالے سے فاصلہ اور سمت۔

[illegible]: وہ [illegible] جو ایک دوسرے کے [illegible] ہوں۔

[illegible] [illegible]

[illegible]

تھرموسٹیٹ [illegible]

تھرمومیٹری: ٹمپریچر کی پیمائش کرنے کا فن۔

ٹارک: کسی فورس کا گردشی اثر۔

ٹرانسلیٹری موشن: کسی جسم کی حرکت [illegible]

بھی ہو سکتی ہے اور منحنی بھی۔

[illegible]

مانگی جاسکے۔

ٹمپریچر: کسی جسم کے گرم یا ٹھنڈا ہونے کی شدت۔

[illegible]

[illegible]

[illegible]

بھی کرتی ہے۔

[illegible] کے متعلق [illegible]

حرارت: [illegible]

کی وجہ سے منتقل ہوتی ہے۔

[illegible]

[illegible] بھی منتقل کی جاتی ہے۔

حرارت کے بہاؤ کی شرح: [illegible]

حرارتی گنجائش: کسی جسم کے ٹمپریچر میں ایک کیلون (1K) اضافہ [illegible]

[illegible]

[illegible]

تبدیلیاں بھی مطالعہ کرتے ہیں۔

ڈسپلیسمنٹ: دو پوائنٹس کے درمیان کم سے کم فاصلہ۔

ڈی سیلیریشن یا ریٹارڈیشن: منفی ایکسیلریشن۔

ڈینسٹی: کسی جسم کے یونٹ والیوم کا ماس۔

روٹیٹری موشن: کسی جسم کا اپنے ایکسس کے گرد گھومنا۔

[illegible]

مطالعے سے متعلق ہے۔

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] منتقل ہوتی ہے۔

[illegible]

ہوں۔

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

ہے۔

[illegible]

[illegible] ہے۔

سپیڈ: کسی جسم کا اکائی وقت میں طے کردہ فاصلہ۔

[illegible]

پیدا کرے۔

[illegible]

**سٹیبلٹی:** کسی جسم کی وہ خاصیت جس کی وجہ سے وہ [illegible] تبدیلی روکنا چاہتی ہوں۔

**سٹیٹک فرکشن:** جب دو سطحیں [illegible]

**سرفیس ٹینشن:** [illegible]

**سرکلر موشن:** دائرے میں [illegible]

**سکیلر:** ایسی طبعی مقداریں جن کو [illegible]

**سلائیڈنگ فرکشن:** [illegible] فرکشن۔

**سنٹر آف گریویٹی:** کسی جسم کا وہ نقطہ جہاں [illegible] محسوس ہوتا ہے۔

**سنٹر آف ماس:** کسی جسم کا ایک ایسا نقطہ جہاں [illegible]

**سینٹری پیٹل ایکسلریشن:** [illegible] ایکسلریشن۔

**سینٹری پیٹل فورس:** [illegible]

**سینٹری فیوگل فورس:** سینٹری پیٹل [illegible]

**شمسی سال:** [illegible] $9.46 \times 10^{16}$ m کے برابر ہے۔

**طبعی مقداریں:** وہ مقداریں جن کی پیمائش کی جا سکے۔

**عمودی کمپوننٹس:** [illegible]

**غیر قیام پذیر ایکولی بریم:** [illegible] پوزیشن پر آ کر ٹھہر جانا۔

**فاصلہ:** دو پوائنٹس کے درمیان راستے کی لمبائی۔

**فرکشن:** وہ فورس جو دو سطحوں کے مابین موشن میں مزاحمت پیدا کرتی ہے۔

**فزکس:** [illegible] اور ان کے درمیان [illegible] کا مطالعہ کیا جاتا ہے۔

**فلکرم:** [illegible]

**فورس آف گریویٹیشن:** [illegible] اپنی طرف کھینچتے ہیں۔

**فورسز [illegible]:** [illegible] ہوتی ہیں۔

**قیام پذیر ایکولی بریم:** [illegible]

**کائنیمیٹکس:** [illegible] موشن کا مطالعہ۔

**کائنیٹک انرجی:** کسی جسم میں اس کی موشن کی وجہ سے پائی جانے والی انرجی۔

**لائنیر موشن:** [illegible]

**[illegible]:** [illegible]

**[illegible]:** [illegible]

**[illegible]:** [illegible]

**[illegible]:** [illegible]

**گریویٹیشنل ایکسلریشن:** [illegible]

**گریویٹیشنل پوٹینشل انرجی:** [illegible]

**گریویٹیشنل فورس:** [illegible]

**گریویٹیشنل فیلڈ:** [illegible]

دو سرے جسم سخت [illegible]

گریویٹیشنل فیلڈ [illegible]

وہ جسم زمین کے ساتھ متصل ہوتا ہے۔

گریویٹیشنل فیلڈ کی طاقت [illegible]

[illegible]

[illegible]

ہوا: حرارت پانی [illegible]

[illegible]

لی نیئر موشن: کسی جسم کی خط مستقیم میں حرکت۔

لیور: کسی پوائنٹ کے گرد گھومنے والا [illegible]

[illegible]

ماس: کسی جسم میں مادے کی مقدار۔

مخصوص حرارتی گنجائش: [illegible]

ماس میں 1 K ٹمپریچر کی تبدیلی لانے کے لیے درکار ہوتی ہے۔

مصنوعی سیارہ: [illegible]

[illegible] چکر لگاتے ہیں۔

[illegible]

مکینیکل ایڈوانٹیج: [illegible]

موشن: [illegible]

مومنٹ آف آرم: ایکسز آف روٹیشن اور لائن آف ایکشن آف فورس کے درمیان عمودی فاصلہ

مومینٹم: کسی جسم کے ماس اور ولاسٹی کا حاصل ضرب

[illegible] جس کی عددی مقدار کسی دوسرے ویکٹر کے عاد [illegible]

[illegible]

[illegible] کے فورس اور ڈسپلیسمنٹ سے منسلک ہے

واٹ: اگر کوئی جسم ایک سیکنڈ میں ایک جول ورک کرے

[illegible]

# انڈیکس

[illegible]

ٹرانسلیٹری موشن
ٹمپریچر اور حرارت
ٹمپریچر سکیلز کی باہمی تبدیلی
ٹھوس
ٹھوس اجسام میں طولی حرارتی پھیلاؤ

جول
[illegible]
جیو تھرمل انرجی

حالت کی تبدیلی
حرارت
حرارت کی منتقلی
حرارتی پھیلاؤ
حرارتی پھیلاؤ کا استعمال
حرارتی پھیلاؤ کے نتائج
حرارتی گنجائش
حرکت کی پہلی مساوات
حرکت کی تیسری مساوات
حرکت کی دوسری مساوات

[illegible]
ڈوری میں ایکسٹینشن اور کمپریشن
[illegible]
[illegible]

[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]

[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]

[illegible]

[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]

[illegible]

[illegible]
[illegible]

[illegible]

فاصلہ
فاصلہ-ٹائم گراف

فرکشن
فرکشن کے فوائد اور نقصانات
فزیکل بیلنس
فورس
فورس آف گریوی ٹیشن
فورسز کی جمع
فورسز کی ریزولیوشن
فوسل فیولز
فوسل فیولز سے الیکٹریسٹی کا حصول

ق
قابلِ تجدید ذرائع انرجی

ک
کائی نیٹک انرجی
کپل
کرکم پیرٹر
کنڈکٹرز اور نان کنڈکٹرز کا استعمال
کنڈکشن
کنویکشن
کنویکشن کرنٹس

گ
گرین ہاؤس کا اثر
گریوی ٹیشن کا قانون
گریوی ٹیشن کا قانون اور نیوٹن کا تیسرا قانون
گریوی ٹیشنل فیلڈ کی طاقت
گریوی ٹیشنل ایکسلریشن
گلاس میں مائع والا تھرمامیٹر
گلائیڈنگ

ل
لانگ رینج فورسز
لائن آف ایکشن آف فورس

لینئر موشن
لیوریجس

م
مائع مقدار ہی
مادے کا کائی نیٹک مالیکیولر ماڈل
ماس اور وزن
ماس-انرجی مساوات
مائعات
مائعات میں پریشر
مائعات میں حرارتی پھیلاؤ
متوازن ایکوی لبریم
مخصوص حرارتی گنجائش
مصنوعی سیٹلائٹس
مومینٹم
مومینٹم کے کنزرویشن کا قانون
مومنٹس کا اصول
میٹر رول
میکینکس

ن
نیم ٹھوس اور نیم مائع
نیوکلیئر انرجی
نیوٹرل ایکوی لبریم
نیوٹن کا حرکت کا پہلا قانون
نیوٹن کا حرکت کا دوسرا قانون
نیوٹن کا حرکت کا تیسرا قانون
نیوکلیئر فزکس

والیوم میں حرارتی پھیلاؤ
وائبریٹری موشن
ورنیئر کیلیپرز
واٹس

ویپرائزیشن کی مخفی حرارت

ویکٹرز

ویکٹرز کا اظہار

ورک انرجی

ہ

ہائیڈرولک پریس

ہائیڈرو الیکٹرک جنریشن

ہُک کا قانون

ی

یونٹس کا انٹرنیشنل سسٹم

یونیفارم ایکسلریشن

یونیفارم سرکولر موشن

یونیفارم ولاسٹی


# کتابیات


| Name of Book | Name of Author/Authors |
|---|---|
| 1. Coordinated Science Physics | Stephen Pople and Peter Whitehead |
| 2. Science Insight | Michael Dispezio & Others |
| 3. Lower Secondary Science I & II | Singapore |
| 4. Physics for you | Keith Johnson |
| 5. A textbook of Physics for class 9 Edition 2003 | Prof . M. Tahir Hassan, Prof. Sultan Khan and Prof. Syed Naeem Akhtar Zaidi |
| 6. Physics class 9 ;Edition 2002 | Punjab textbook Board, Lahore. |
| 7. Physics | Resnick & Halliday |
| 8. Physics | Raymond A. Serway and Robert J. Beichner |
| 9. Nelson Physics | Alan Storen and Ray Martina |
| 10. Nuffield Coordinated Science | Nuffield Project |
| 11. An Introduction to Physical Science | James T.Shipman and Jerry D.Wilson |
| 12. New Certificate Physics | L. E. Folivi and A. Godman |
| 13. O-Level Physics | A.F. Abbott |
| 14. Physics Now | Peter D. Riley |
| 15. Target Science, Physics Foundation Tier | Stephen Pople |
| 16. Coordinated Science: Physics | Stephen Pople |
| 17. Fundamentals of Physics | Peter J. Nolan |
| 18. GCSE Physics | Tom Duncan |

ورزش جسم کے لیے بہت ضروری ہے اس سے انسان سارا دن چست رہتا ہے۔

ہاتھوں اور پاؤں کی صفائی کا خاص خیال رکھیں۔ ناخنوں کو وقت پر تراشتے رہنا چاہیے تاکہ ان میں میل جمع نہ ہو۔

CARAVAN BOOK HOUSE
2-Kachehri Road, Lahore (Pakistan)
Ph: 042-37122955, 37352296, 37212091
E-mail: caravanbooklhr@gmail.com
cbh.pakistan +92-3374845800 cbhpakistan cbhpakistan
www.caravanbookhouse.com.pk